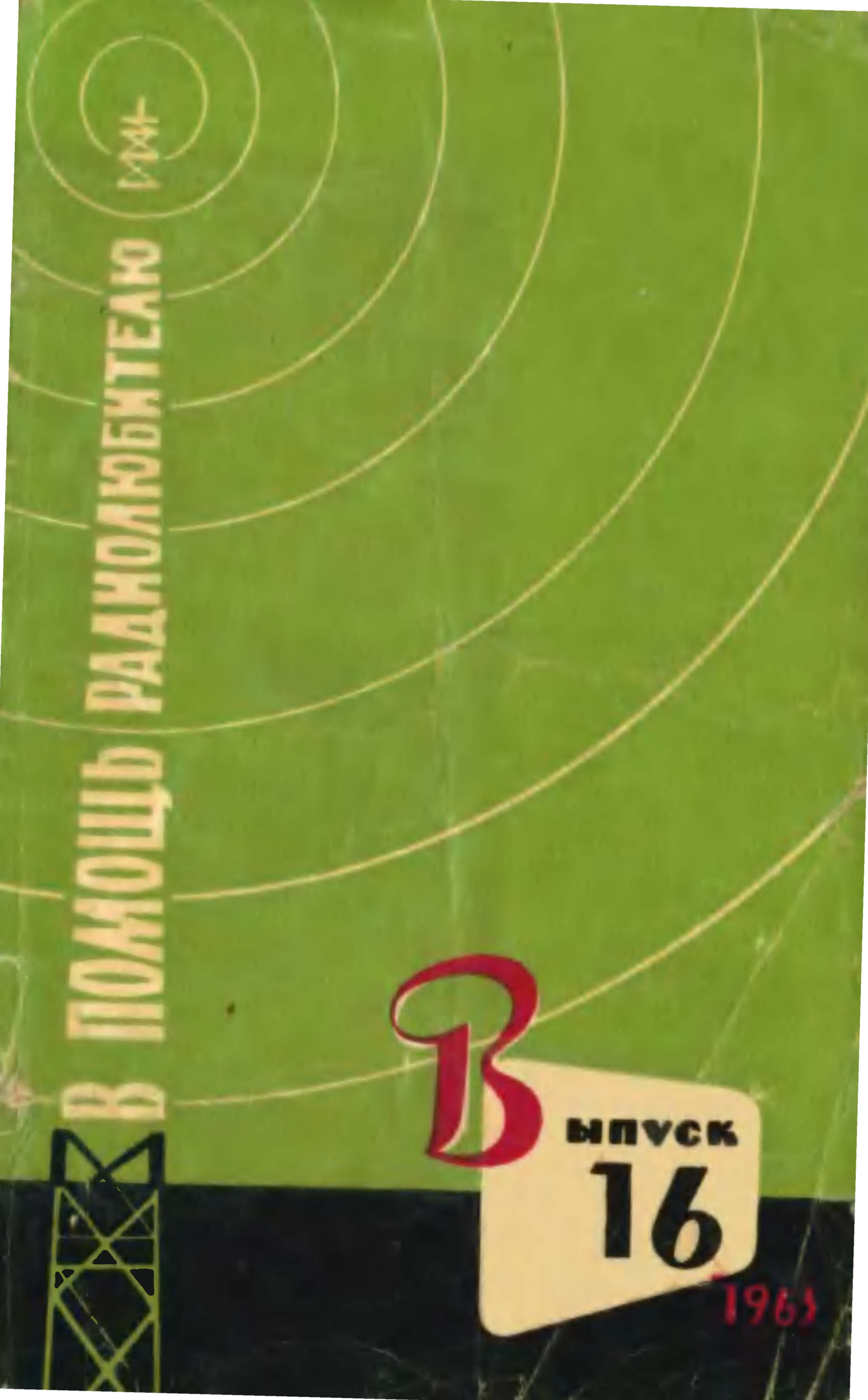
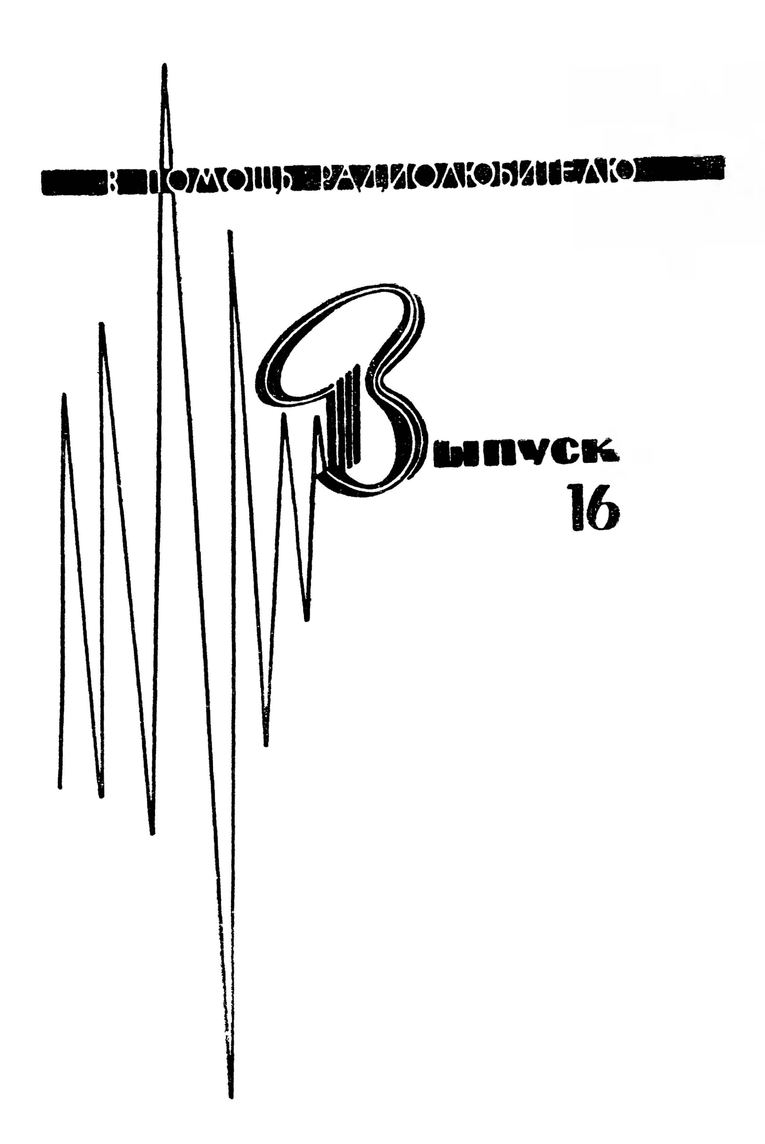

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ
Выпуск
16
1963



ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
Москва — 1963

Сборники «В помощь радиолюбителю» Издательство ДОСААФ выпускает совместно с Центральным радиоклубом ДОСААФ.

В этих сборниках даются описания любительских конструкций приемной, звукозаписывающей, усилительной, измерительной, телевизионной, КВ и УКВ аппаратуры, а также различные справочные и расчетные материалы.

Начиная с выпуска № 10 в сборниках помещаются также материалы по тематике бывшей «Библиотеки журнала «Радио».

Брошюры серии «В помощь радиолюбителю» рассчитаны на широкие круги радиолюбителей.

БАТАРЕЙНЫЙ СУПЕРГЕТЕРОДИН

А. Алексеева

Приемник, принципиальная схема которого приведена на рис. 1, предназначен для работы в диапазоне длинных (150—415 *кгц*), средних (520—1 600 *кгц*) и коротких (4,5—12 *Мгц*) волн. Он содержит преобразователь частоты на лампе 1А1П ($Л_1$), усилитель промежуточной частоты на лампе 1К1П ($Л_2$), диодный детектор, АРУ и предварительный усилитель низкой частоты на 1Б1П ($Л_3$), оконечный усилитель низкой частоты на 2П1П ($Л_4$).

Выходная мощность приемника 0,1 *ва*. Чувствительность на длинных и средних волнах не хуже 300 *мкв*, на коротких не хуже 400 *мкв*. Приемник может питаться как от низковольтных источников с помощью преобразователя на транзисторах, так и от сухих батарей, применяемых для питания приемников «Искра», «Воронеж» и др. Входные цепи приемника собраны по схеме индуктивной связи с антенной. В зависимости от поддиапазона, в котором ведется прием радиостанции, к сигнальной сетке преобразовательной лампы $Л_1$ подключается один из входных контуров $L_4C_1C_{11}$, $L_5C_2C_{11}$, $L_6C_3C_{11}$. Плавная настройка входных контуров в пределах каждого поддиапазона осуществляется конденсатором C_{11}, входящим в блок конденсаторов переменной емкости $C_{11}C_{12}$. Антенные катушки L_1 — L_3 переключаются секцией $П_{1а}$ переключателя $П_1$, а контурные катушки L_4—L_6 вместе с соответствующими подстроечными конденсаторами C_1, C_2, C_3 — секцией $П_{1б}$.

Гетеродин собран по схеме с индуктивной обратной связью с контуром в цепи гетеродинной сетки. В каче-

стве анода гетеродина используется экранирующая сетка лампы $Л_1$. Включение одного из колебательных контуров $L_7C_4C_5C_6C_{12}$, $L_8C_7C_8C_{12}$ или $L_9C_9C_{12}$ в цепь гетеродинной сетки осуществляется переключателем $П_{1в}$. Катушки обратной связи L_{10}, L_{11}, L_{12} включаются в цепь экранирующей сетки переключателем $П_{1г}$. Необходимое напряжение на экранирующей сетке определяется величиной сопротивления R_6. Конденсатор C_{10} блокировочный.

Нагрузкой преобразовательного каскада является двухконтурный полосовой фильтр $L_{13}C_{13}$, $L_{14}C_{14}$, настроенный на промежуточную частоту 465 *кгц*. Полученное в результате преобразования принятого сигнала напряжение промежуточной частоты выделяется на этом фильтре и со вторичного контура $L_{14}C_{14}$ подается на управляющую сетку лампы $Л_2$ усилителя промежуточной частоты, нагрузкой которого является второй полосовой фильтр L_6C_{16}, $L_{17}C_{17}$.

В каскаде усиления промежуточной частоты с целью повышения чувствительности и избирательности применена положительная обратная связь, которая осуществляется с помощью катушки обратной связи L_{15}, включенной в цепь экранирующей сетки лампы $Л_2$. В процессе усиления сигнала через эту катушку протекает высокочастотная составляющая тока промежуточной частоты. Поскольку эта катушка индуктивно связана с контуром $L_{14}C_{14}$, магнитное поле, образующееся вокруг катушки L_{15}, создает в этом контуре добавочное напряжение, которое складывается с основным напряжением. Благодаря этому общее напряжение, поступающее на вход усилителя промежуточной частоты, увеличивается, что равносильно повышению чувствительности и избирательности приемника по соседнему каналу.

Усиленное напряжение с контура $L_{17}C_{17}$ подается на вход диодного детектора лампы $Л_3$. Нагрузкой детектора является сопротивление R_8. Конденсатор C_{18} блокировочный. Постоянная составляющая напряжения, возникающая при работе детектора, используется для автоматической регулировки усиления (АРУ) приемника. Напряжение АРУ снимается с сопротивления R_8 и через фильтр R_7C_{19} и контур $L_{14}C_{14}$ подается на управляющую сетку лампы $Л_2$.

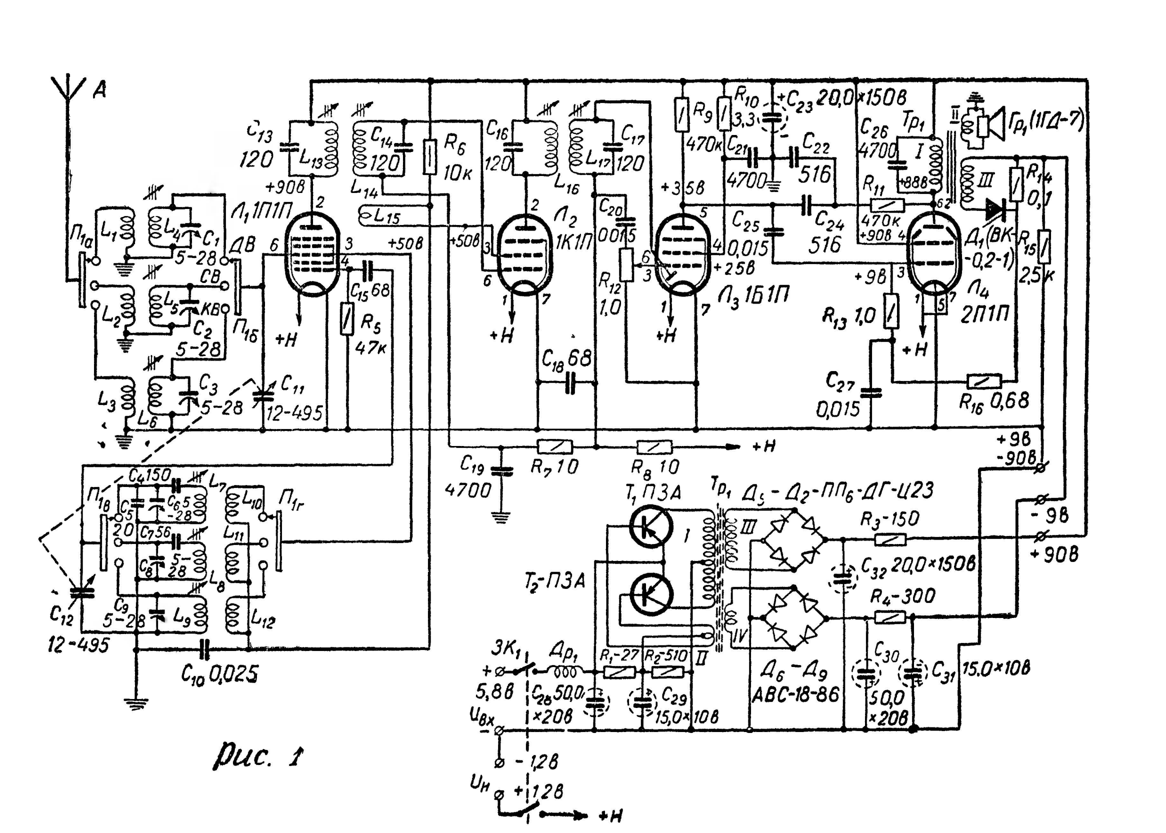


Рис. 1

Напряжение низкой частоты в результате детектирования также выделяется на сопротивлении R_8. Это напряжение через конденсатор C_{20} подается на потенциометр R_{12}, являющийся регулятором громкости.

С движка потенциометра R_{12} напряжение поступает на вход предварительного усилителя низкой частоты ($Л_3$), нагрузкой которого является сопротивление R_9. С этого сопротивления усиленное напряжение через разделительный конденсатор C_{25} подается на вход оконечного усилителя, работающего на лампе $Л_4$.

Оконечный каскад выполнен по трансформаторной схеме с «ползающей» рабочей точкой, которая при отсутствии сигнала почти вдвое снижает анодный ток, потребляемый выходной лампой. Эта схема работает следующим образом. На управляющую сетку подается большое начальное отрицательное смещение (—9 *в*) от преобразователя или от отдельной батареи, вследствие чего рабочая точка устанавливается на нижнем сгибе анодно-сеточной характеристики лампы. При наличии сигнала на управляющей сетке лампы $Л_4$ на обмотке *III* трансформатора $Тр_2$ появляется напряжение, которое после детектирования детектором $Д_1$ создает на сопротивлении R_{14} постоянное напряжение, пропорциональное уровню сигнала. Это напряжение включено противоположно начальному смещению. За счет этого общее отрицательное напряжение смещения на управляющей сетке лампы уменьшается и рабочая точка передвигается по характеристике вверх на прямолинейный участок. Чем больше мощность в анодной цепи, тем выше перемещается рабочая точка и тем больше анодный ток лампы $Л_4$.

Для уменьшения нелинейных искажений выходной каскад охвачен отрицательной обратной связью, осуществляемой через цепь $R_{11}C_{22}C_{24}$.

Преобразователь напряжения собран по двухтактной схеме на двух транзисторах П3А. Переменные напряжения с обмоток *III* (анодная) и *IV* (сеточная) подаются на выпрямители, собранные по мостовым схемам. Сглаживание выпрямленных напряжений осуществляется соответствующими фильтрами $C_{30}R_4C_{31}$ и $C_{32}R_3$.

Для уменьшения помех, создаваемых преобразователем, на его входе включается фильтр $Др_1C_{28}R_1C_{29}R_{28}$.

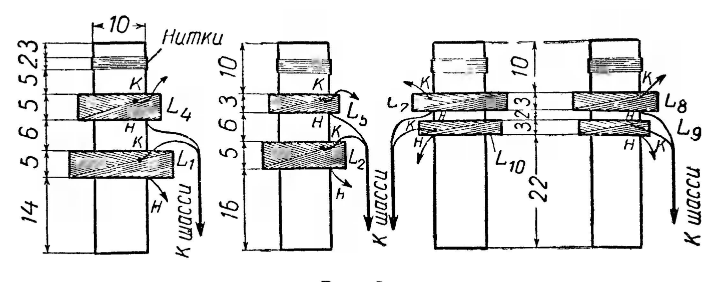


Рис. 2.

Батарейный супергетеродин может быть собран почти полностью из заводских деталей, однако некоторые из них можно изготовить самому.

Контурные катушки диапазонов длинных и средних волн намотаны на картонных каркасах диаметром 10 *мм*. На каждом каркасе расположено по две катушки одного диапазона. Внешний вид, размеры и расположение катушек на каркасах показаны на рис. 2. Катушки коротковолнового диапазона наматывают на стандартных шестигранных полистироловых каркасах диаметром 17 *мм* (например, от приемника «Родина-52»). Катушка L_1 содержит 900 витков провода ПШО 0,1, L_4 — 350 витков провода ПЭЛШО 0,15, L_2 — 425 витков, L_5 — 126 витков провода ЛЭШО 7×0,07, L_3 — 30 витков ПЭЛШО 0,1, L_6 — 14 витков ПЭЛ 0,64, L_7 — 186 витков ЛЭШО 7×0,07, L_{10} — 70 витков ПЭЛШО 0,15, L_8 — 82 витка ЛЭШО 7×0,07, L_{11} — 55 витков ПЭЛШО 0,15, L_9 — 13 витков ПЭЛ 0,64, L_{12} — 15 витков ПЭЛШО 0,1.

Катушки длинных и средних волн имеют намотку «Универсаль». Изменение индуктивности катушек при налаживании приемника осуществляется карбонильными сердечниками диаметром 8 и длиной 22 *мм*, имеющими винтовую нарезку. Для того чтобы сердечник плавно перемещался внутри каркаса катушки, в верхней части каркасов надо сделать две прорези, одну против другой, и в эти прорези намотать несколько витков толстой нитки или шпагата. Витки коротковолновых катушек укладываются в прорези, имеющиеся на каркасе. Намотка однослойная.

Фильтры промежуточной частоты $L_{13}C_{13}$, $L_{14}C_{14}$ и $L_{16}C_{16}$, $L_{17}C_{17}$ могут быть использованы от любого заводского приемника. Катушку обратной связи L_{15} наматывают поверх катушки L_{14}; она содержит 3—5 витков провода ПЭЛШО 0,12.

Переключатель $П_1$ двухплатный, галетного типа на три положения. Блок переменных конденсаторов стандартный, с максимальной емкостью 490—500 *пф*. В качестве подстроечных конденсаторов C_1, C_2, C_3, C_6, C_8, C_9 применены конденсаторы типа КПК-1.

Выходной трансформатор $Тр_1$ намотан на сердечнике Ш-16, толщина набора 16 *мм*. Обмотка *I* имеет 2 830 витков провода ПЭЛ 0,1, обмотка *II* — 80 витков провода ПЭЛ 0,51, обмотка *III* — 750 витков провода ПЭЛ 0,1.

Обмотка дросселя $Др_1$ состоит из 130 витков провода ПЭЛ 0,8, начальный диаметр намотки 5 *мм*. Намотка бескаркасная. В один ряд наматывается 13 витков.

Трансформатор $Тр_2$ намотан на сердечнике Ш-9 с уширенным окном, толщина набора 12 *мм*. Обмотка *I* содержит 75 + 75 витков провода ПЭЛ 0,51, обмотка *II* — 20 + 20 витков провода ПЭЛ 0,12, обмотка *III* — 1 450 витков провода ПЭЛ 0,12, обмотка *IV* — 195 витков провода ПЭЛ 0,12.

Преобразователь во избежание помех должен быть заключен в кожух, изготовленный из листовой стали толщиной 1 *мм*. Размеры кожуха 145×100×55 *мм*. Следует отметить, что подобный преобразователь типа ПН выпускается Тульским совнархозом для питания батарейных приемников.

Супергетеродин монтируется на шасси размерами 275×110×60 *мм*. Для этой цели можно использовать шасси от заводских приемников «Таллин Б-2», «Родина-52», в которых имеются уже готовые отверстия для установки ламповых панелек, фильтров и других деталей. Внешнее оформление приемника зависит от вкуса и возможностей радиолюбителя.

Питание преобразователя осуществляется от пяти элементов типа 1,3-НВМЦ-150, соединенных последовательно и имеющих общее номинальное напряжение 5,8 *в*. Преобразователь обеспечивает на выходе 90 *в* при

токе 10 *ма* и потребляет от источников питания 325 *ма*. Питание цепи накала от батареи БНС-МВД-400. Ток накала ламп 210 *ма*.

Для питания преобразователя можно использовать любые аккумуляторы от автомобиля или трактора, имеющие напряжение порядка 5—6 *в*.

КОНТРОЛЬНЫЙ ПРИЕМНИК ДЛЯ СОРЕВНОВАНИЙ «ОХОТА НА ЛИС»

(Разработка лаборатории ЦРК ДОСААФ СССР)

Б. Авдеев

При проведении соревнований «Охота на лис» возникает необходимость вести контроль со старта за работой передатчиков «лис». Так как по условиям соревнований мощность этих передатчиков ограничена, а соревнования, как правило, проводятся на лесистой или сильно пересеченной местности, где распространение радиоволн связано с большими потерями, к приемнику предъявляются повышенные требования: он должен обладать высокой чувствительностью, быть экономичным по цепям питания, надежным и удобным в эксплуатации, а также иметь небольшие размеры и вес. Этим требованиям и отвечает конструкция приемника, описание которой приводится в статье.

Приемник имеет два диапазона: 3,5 — 3,65 *Мгц* и 28 — 29,7 *Мгц*. Чувствительность приемника не хуже 2—3 *мкв*. Питание осуществляется от аккумуляторной батареи напряжением 6 *в* и одной батареи анода БАС-80; потребляемый ток по анодно-экранным цепям 17 *ма*, по цепям накала 1,4 *а*.

СХЕМА

Приемник выполнен по супергетеродинной схеме на пяти пальчиковых лампах шестивольтовой серии (рис. 1). Он содержит каскады: УВЧ, гетеродин,

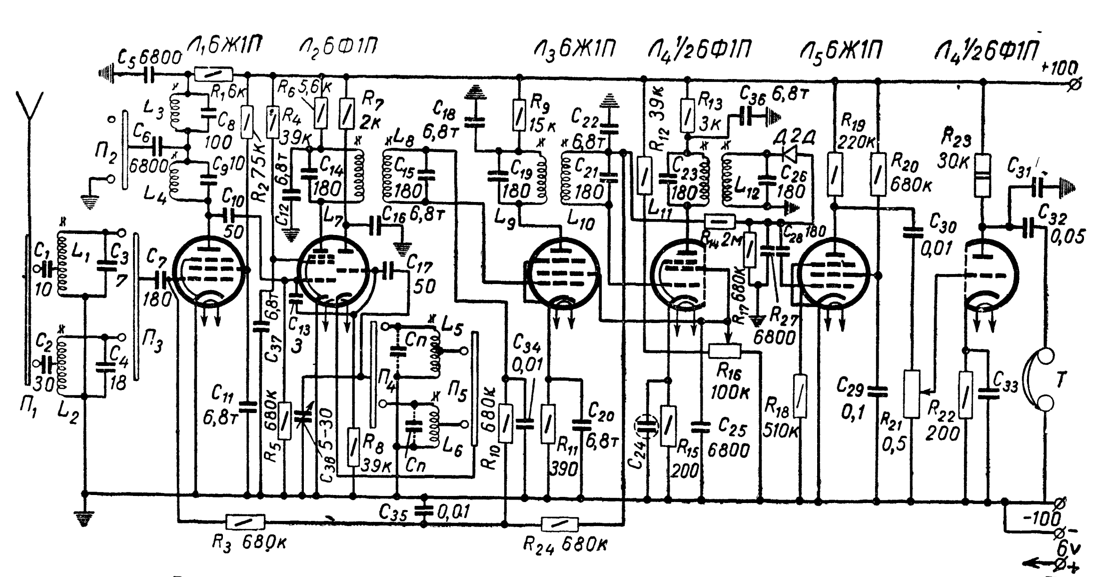


Рис. 1. Конденсатор C_{24} — 6800 *пф*; конденсатор C_{33} — электролитический 10 × 10 *в*; конденсатор C_{31} — 2000 *пф*

смеситель, два каскада УПЧ, диодный детектор и два каскада УНЧ.

Усилитель высокой частоты собран на лампе 6Ж1П ($Л_1$). Связь с антенной емкостная. Входные контуры L_1C_3 и L_2C_4 настроены на среднюю частоту каждого из диапазонов (т. е. L_1C_3 на частоту 3,55 *Мгц* и L_2C_4 — 28,85 *Мгц*).

Напряжение ВЧ с контуров L_1C_3 и L_2C_4 через конденсатор C_7 подается на управляющую сетку лампы $Л_1$. Нагрузкой в цепи анода этой лампы являются контуры L_3C_8 и L_4C_9, которые настроены, в отличие от входных контуров ВЧ, несколько выше по частоте. Это делается для того, чтобы расширить полосу пропускания и увеличить усиление по краям диапазонов на частотах, близких к 3,65 и 29,7 *Мгц*.

При работе в диапазоне 3,5—3,65 *Мгц* контуры L_3C_8 и L_4C_9 включены последовательно, из них первый контур, настроенный на частоту 3,6 *Мгц*, является анодной нагрузкой лампы $Л_1$, а второй, работающий в диапазоне 28—29,7 *Мгц*, существенного влияния на данный диапазон не оказывает, так как он по отношению к этому диапазону расстроен.

При работе же приемника в диапазоне 28—29,7 *Мгц* контур L_3C_8 по высокой частоте замыкается на землю через конденсатор C_6 (переключателем $П_{1а}$), при этом индуктивность L_3 выполняет роль дросселя. Напряжение ВЧ с лампы $Л_1$ через разделительную емкость C_{10} подается на управляющую сетку смесителя, который собран на лампе $Л_2$ 6Ф1П (пентодная часть). Гетеродин собран на триодной части этой же лампы. Он выполнен по обычной трехточечной схеме с катодной связью. Напряжение гетеродина подается на сетку смесителя через конденсатор C_{13}. В анодной цепи лампы $Л_2$ включен контур L_7C_{14}, настроенный на промежуточную частоту 1 600 *кгц*.

Усилители промежуточной частоты собраны на лампе 6Ж1П ($Л_3$) и одной половине лампы 6Ф1П ($Л_4$) (пентодная часть). В анодную цепь этих ламп включены полосовые фильтры на 1 600 *кгц*. Усиление на промежуточной частоте регулируется изменением положительного напряжения на экранных сетках ламп потенциометром R_{16}.

Кроме того, приемник имеет АРУ по управляющим

сеткам ламп $Л_1$, $Л_3$ и $Л_4$. В качестве детектора используется диод типа Д2Д. Первый каскад УНЧ собран на лампе 6Ж1П ($Л_5$), а второй — на триодной части лампы $Л_4$. Регулировка усиления НЧ производится потенциометром R_{21}. Напряжение звуковой частоты снимается с анодной нагрузки лампы $Л_4$ через разделительную емкость C_{32}.

ДЕТАЛИ И КОНСТРУКЦИЯ

Шасси, передняя панель и ящик приемника изготовлены из листового алюминия толщиной 1,5—2 *мм*; их размеры и размещение деталей даны на рис. 2 и 3. Сверху на шасси устанавливаются: конденсатор переменной емкости, контура ВЧ, гетеродина и ПЧ в экранах. Размеры экранов 20×20×35 *мм*. Переключатель диапазонов, регулятор громкости, регулятор усиления ПЧ, верньерное устройство, зажим антенны и телефонные гнезда смонтированы на передней панели. В подвале шасси крепятся две монтажные планки, на которых в основном располагается весь монтаж приемника. Переключатель диапазонов двухсекционный на два положения. В качестве переключателя можно использовать любой фабричный переключатель, позволяющий осуществлять переключение пяти групп контактов на два положения. Верньерное устройство можно изготовить самостоятельно. Оно имеет следующие узлы и детали: скобу для крепления ручки верньера, шкив, указательную стрелку и шкалу. Конструкция и размеры этих деталей показаны на рис. 4 и 5. Для изготовления скобы используется железная пластина толщиной 1,5 *мм* или какой-либо другой жесткий металл. Чтобы ось верньера не перемещалась, в скобе она крепится двумя стопорными кольцами.

Для предохранения сползания тросика с оси на конце последней укрепляется шайба. Шкив верньера изготовляют из оргстекла или любого другого материала, подходящего для этой цели. Глубина канавки для тросика 1,5 *мм*. В центре шкива укрепляется переходная втулка, для того чтобы шкив можно было закрепить на оси переменного конденсатора. Стрелку изготовляют из оргстекла и прикрепляют к шкиву с помощью клея БФ-2. Все контуры приемника намотаны на фабричных

Рис. 2.

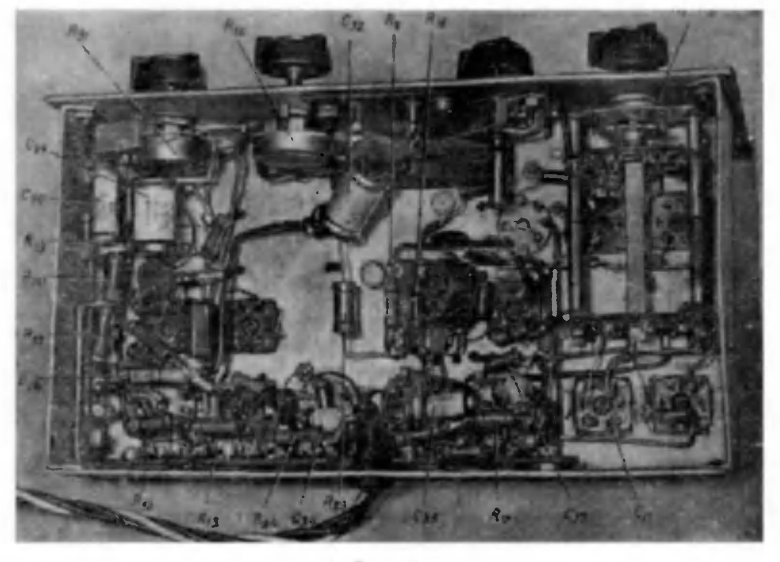


Рис. 3.

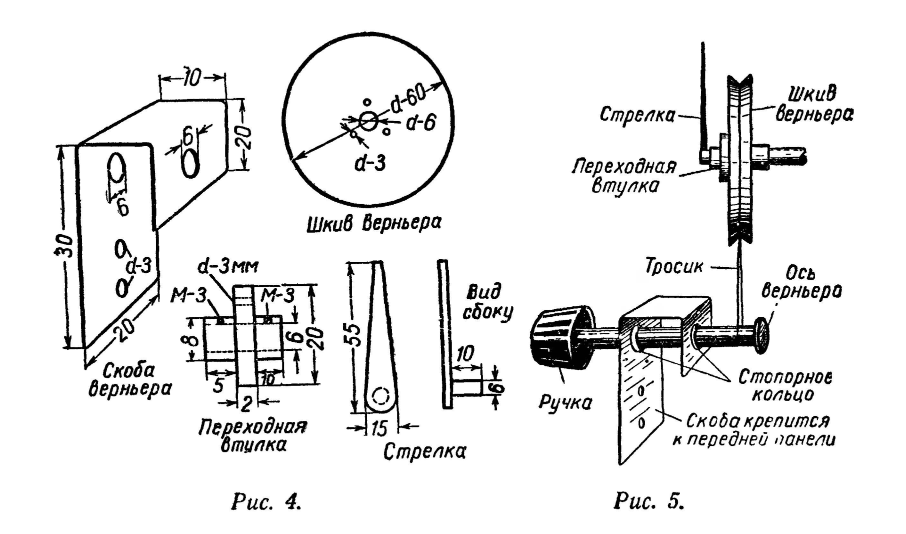


Рис. 4. *Рис. 5.*

каркасах от телевизора «Рубин». Можно использовать также любые другие каркасы подходящих размеров (высота 32 *мм*, диаметр 8,5 *мм*). Внутрь каркасов завинчиваются карбонильные сердечники диаметром 6 *мм*, длиной 10 *мм* (СЦР-1).

Моточные данные катушек индуктивности приведены в табл. 1.

Таблица 1

Катушка индуктивности	Витков	Провод	Намотка	Отвод
L_1	73	ПЭШО 0,2	Намотка в один ряд	Отвод от 20-го витка
L_2	20	ПЭЛ 0,5	То же	Отвод от 6-го витка
L_3	52	ПЭЛ 0,15	»	—
L_4	20	ПЭЛ 0,5	»	—
L_5	100	ЛЭШО 3×0,05	Намотка внавал, длина намотки 6 *мм*	Отвод от 35-го витка
L_6	18	ПЭШО 0,2	Намотка в один ряд	Отвод от 6-го витка

Катушки фильтров промежуточной частоты содержат по 70 витков провода ЛЭШО 3×0,05. Намотка внавал, длина намотки каждой катушки 5 *мм*, расстояние между катушками 18 *мм*.

НАЛАЖИВАНИЕ

Налаживание приемника начинается с проверки правильности монтажа и подбора режима работы ламп. Все напряжения должны соответствовать следующим величинам, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Лампа	Анод, *в*	Экранная сетка, *в*	Анод триода, *в*	Управляющая сетка, *в*
$Л_1$	80	50	—	— 0,6
$Л_2$	80	70	80	пентод—2,5; триод—0,4—0,4
$Л_3$	75	от 0—50	—	
$Л_4$	80	0—50	30	пентод—0,3; триод—0—1,2
$Л_5$	20	10	—	

Напряжение измеряется по отношению к шасси тестером ТТ-1 или соответствующим ему прибором. После проверки и установления режима работы ламп приступают к налаживанию усилителя НЧ. Проще всего это сделать при помощи звукового генератора и индикатора выхода. Можно также подать на вход усилителя звуковое напряжение от звукоснимателя при проигрывании грамзаписи. Наладив УНЧ, приступают к налаживанию УПЧ и УВЧ. Налаживание УПЧ начинают с последнего каскада. При помощи ГСС-6 или другого прибора сигнал с частотой 1 600 *кгц* подается на управляющие сетки ламп УПЧ через емкость порядка 100—150 *пкф*. Цепь АРУ при этом можно не отключать. Контуры настраиваются сердечниками. При настройке ручка регулятора усиления ПЧ должна быть установлена на максимум усиления, но приемник не должен возбуждаться. Это достигается подбором сопротивления R_{12}. После настройки каскадов УПЧ чувствительность по всему тракту УПЧ должна быть не хуже 20 *мкв*. При налаживании высокочастотной части приемника прежде всего уста-

навливают диапазон перекрытия гетеродина при отключенном усилителе ВЧ. Для этого конденсатор C_{10} отпаивают от анода лампы $Л_1$ и к нему подключают выход сигнал-генератора с установленной частотой 3,5 *Мгц*. Конденсатор переменной емкости C_{36} должен быть полностью введен (максимальная емкость). Изменяя положение сердечников катушки L_5 и емкость подстроечного конденсатора настраиваемого контура гетеродина, добиваются получения максимального сигнала на выходе приемника. Гетеродин в таком положении будет настроен на частоту порядка 1 900 *кгц*, что соответствует работе приемника в начале диапазона — 3,5 *Мгц*. Подстройка гетеродина в конце диапазона не производится, так как необходимое перекрытие рабочего участка происходит без этой подстройки.

Аналогичным путем устанавливают и подстраивают частоту гетеродина для перекрытия диапазона 28—29,7 *Мгц*. По окончании этой работы конденсатор C_{10} припаивают на свое место.

Для настройки анодных контуров УВЧ ГСС перестраивают на частоты 3,6 и 29 *Мгц*, т. е. несколько выше средней частоты каждого диапазона, и присоединяют к управляющей сетке лампы $Л_1$ через конденсатор C_7, который в период настройки контуров отпаивается от платы переключателя диапазонов. Первым настраивают контур L_3C_8, затем L_4C_9. Настройка ведется подстроечными сердечниками катушек и переменным конденсатором C_{36} на максимальную слышимость сигнала на выходе. Последними настраивают входные контуры L_1C_3 и L_2C_4 на средние частоты соответствующих диапазонов. ГСС присоединяют к зажиму «Антенна» и настройку ведут таким же способом, как было описано выше. Конденсатор C_7 должен быть припаян к плате переключателя $П_3$.

На этом настройка приемника заканчивается.

Описанный приемник применялся во время соревнований «Охота на лис» в 1961 году и показал хорошие результаты.

Этот приемник можно использовать не только в соревнованиях «Охота на лис», но и как связной при проведении связей в диапазонах 3,5—3,65 и 28—29,7 *Мгц*.

2—2390

ТРАНЗИСТОРНАЯ РАДИОСТАНЦИЯ

(Экспонат 16-й радиовыставки)

В. Ломанович

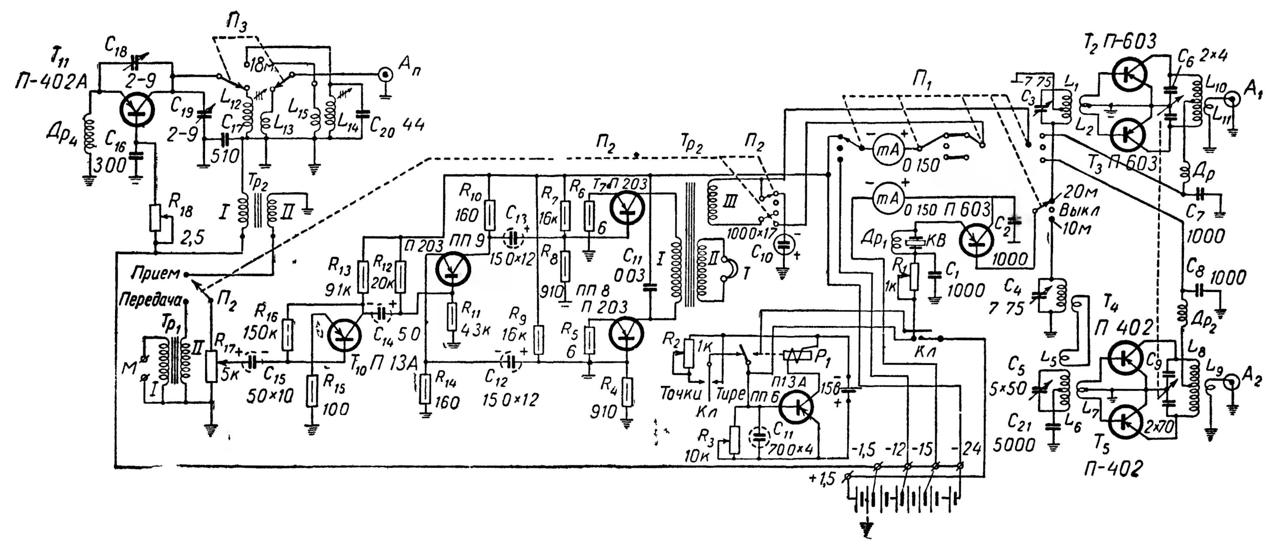
Радиостанция предназначена для работы телефоном и телеграфом на 20- и 10-метровых любительских диапазонах. Передатчик радиостанции имеет кварцевую стабилизацию частоты. Отдаваемая в антенну мощность на 20-метровом диапазоне 0,5—0,6 *вт,* на 10-метровом — 150 *мвт.* Чувствительность приемника на 20-метровом диапазоне не хуже 70 *мкв*, на 20-метровом — порядка 40 *мкв.*

Общий вес радиостанции без источников питания равен 1 650 *г*, с аккумуляторной батареей, составленной из 16 серебряно-цинковых аккумуляторов типа СЦ,— 1,5—2,2 *кг.*

СХЕМА

Принципиальная схема радиостанции приведена на рис. 1. Передатчик двухкаскадный. Задающий генератор, собранный на мощном высокочастотном транзисторе типа П-603, стабилизирован кварцем. Кварцевая пластина на частоту 14,024 *Мгц* включена в цепь эмиттера транзистора T_1. В передатчике имеется два отдельных оконечных каскада (для каждого из диапазонов), собранных по двухтактной схеме. На 20-метровом диапазоне используется оконечный каскад, в котором применены транзисторы П-603 (T_2 и T_3), на 10-метровом диапазоне работает оконечный каскад на двух транзисторах типа П-402 (T_4 и T_5). Переход с диапазона на диапазон осуществляется с помощью переключателя $П_1$, подключающего в цепь основания транзитора T_1 коле-

2*



T_{11} П-402А
C_{18} 2-9
$П_3$
18м
$А_п$
C_{19} 2-9
L_{12}
L_{15}
L_{13}
L_{14}
C_{20} 44
$Др_4$
C_{16} 300
C_{17} 510
Tp_2
R_{18} 2,5
I
II
Прием
Передача
$П_2$
Tp_1
M
R_{17} 5к
C_{15} 50×10
R_{16} 150к
R_{15} 100
T_{10} П 13А
C_{14} 50
R_{13} 91к
R_{12} 20к
П 203
ПП 9
R_{10} 160
R_{11} 4,3к
R_{14} 160
C_{13} 15,0×12
C_{12} 15,0×12
R_7 16к
R_6 6
T_7 П 203
R_8 910
ПП 8
П 203
R_9 16к
R_5 6
R_4 910
C_{11} 0,03
III
T
1000×17
C_{10}
$П_1$
mA
0 150
0 150 П 603
C_2 1000
$Др_1$
КВ
R_1 1к
C_1 1000
R_2 1к
P_1
Точки
Тире
Кл
П13А
ПП 6
15в
R_3 10к
C_{11} 700×4
-1,5 -12 -15 -24
+1,5
Кл
C_3 7 75
L_1
L_2
T_2 П-603
C_6 2×4
L_{10}
A_1
L_{11}
T_3 П 603
Др
C_7 1000
20м
Выкл
10м
C_4 7 75
C_8 1000
$Др_2$
T_4 П 402
C_9
L_8
L_9
A_2
L_5
C_5 5×50
L_7
L_6
C_{21} 5000
2×70
T_5 П-402

Рис. 1.

бательный контур L_1C_3 или L_3C_4. Оба эти контура настроены на частоту 14,024 *Мгц*. Одновременно переключатель $П_1$ перебрасывает миллиамперметр постоянного тока (0—150 *ма*) из цепи питания коллекторов T_2—T_3 в коллекторную цепь T_4—T_5. С помощью этого миллиамперметра производится резонансная настройка колебательных контуров оконечных каскадов передатчика. Колебательный контур $L_{10}C_6$, стоящий в оконечном каскаде 20-метрового диапазона, с помощью катушки L_{11} связывается с антенной.

При работе на 10-метровом диапазоне связь контура задающего генератора с входной цепью оконечного каскада осуществляется через промежуточный резонансный контур L_6C_5, настроенный на частоту 28,048 *Мгц*. Необходимость введения в схему этого дополнительного контура для работы на 10-метровом диапазоне вызвана тем, что примененный в задающем генераторе кварц может возбуждаться или на основной частоте, или на ее нечетных гармониках. Связь контура оконечного каскада 10-метрового диапазона с антенной индуктивная.

Роторы конденсаторов переменной екмости C_6 и C_9 имеют общую ось.

Телеграфная манипуляция передатчика осуществляется в эмиттерной цепи транзистора T_1. Кроме манипуляции с помощью обычного телеграфного ключа, предусмотрена возможность манипуляции с помощью автоматического ключа, собранного на транзисторе типа П-13А (T_6). Для этого используется обычное поляризованное реле (типа РП-7). Переменное сопротивление R_3 служит для регулировки скорости манипуляции. Сохранение ритмичности сигналов при изменении скорости манипуляции достигается с помощью регулировки переменного сопротивления R_2.

Для телефонной модуляции передатчика использован обычный угольный микрофон. Он включается в эмиттерную цепь вместо телеграфного ключа (для чего используются те же автоматические гнезда «Кл»). Наивыгоднейший режим модуляции устанавливается с помощью переменного сопротивления R_1. Кроме того, в зависимости от типа примененного угольного капсюля микрофон шунтируется дополнительно постоянным сопротивлением порядка 300—1 000 *ом*, величина которого устанавливается при налаживании передатчика.

В радиостанции предусмотрена возможность работы с пьезоэлектрическим или динамическим микрофоном. При этом применен дополнительный усилитель низкой частоты, собранный на четырех транзисторах (T_7, T_8, T_9 и T_{10}) и используемый так же, как усилитель НЧ при приеме. Переход с передачи на прием осуществляется с помощью двухпозиционного переключателя $П_2$. В положении «Передача» он подключает обмотку *III* выходного трансформатора усилителя НЧ ($Тр_2$) последовательно в цепь питания коллекторов транзисторов одного из оконечных каскадов передатчика (в зависимости от положения переключателя $П_1$). Необходимая глубина модуляции устанавливается с помощью переменного сопротивления R_{17}, используемого так же, как регулятор громкости при приеме.

Приемник собран по схеме прямого усиления. Транзистор T_{11} (П-403А) работает в режиме сверхрегенераторного детектора с самогашением частоты. Переход с одного диапазона на другой осуществляется с помощью двухполюсного переключателя $П_3$, подключающего в коллекторную цепь транзистора T_{11} катушки индуктивности L_{12} или L_{14}, образующие вместе с конденсатором переменной емкости C_{19} резонансный контур, настраиваемый в пределах частот 10- или 20-метрового диапазона. Связь с антенной на обоих диапазонах индуктивная. Регулировка обратной связи осуществляется с помощью переменного сопротивления R_{18}.

КОНСТРУКЦИЯ И ДЕТАЛИ РАДИОСТАНЦИИ

Общий вид радиостанции приведен на рис. 2. Радиостанция смонтирована на угловом металлическом шасси размером 230×90×105 *мм* с подвалом глубиной 45 *мм*. Монтаж деталей в подвале шасси приведен на рис. 3, за горизонтальной панелью — на рис. 4. Все катушки индуктивности радиостанции самодельные. Их конструкция и размеры приведены на рис. 5 и в табл. 1.

Катушки L_1, L_3, L_6, L_{12} и L_{14} выполняются на керамических или полистироловых каркасах. Катушки L_{12} и L_{14} имеют подстроечные сердечники из карбонильного железа. Для намотки катушек связи использован провод марки ПМВ сечением 0,75 *мм*^{2}.



Рис. 2.

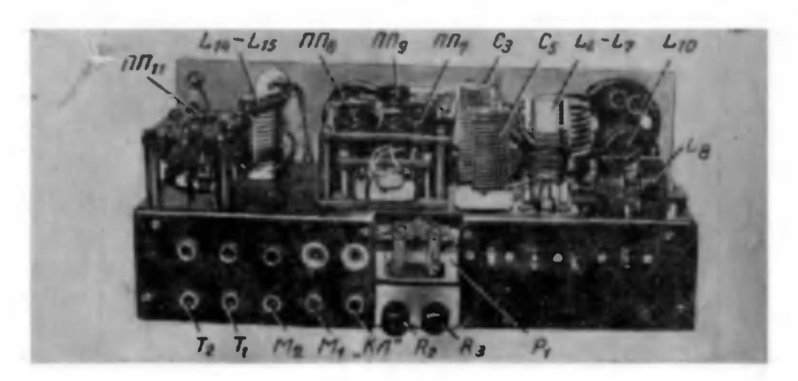


Рис. 3.

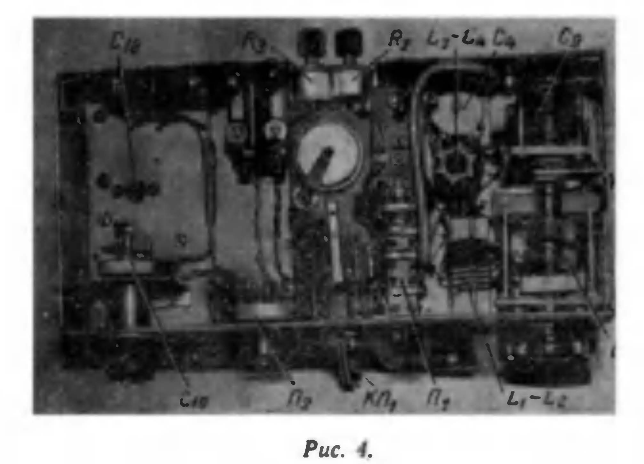


Рис. 4.

Таблица 1

Данные катушек индуктивности и ВЧ дросселей радиостанции

Катушка	Назначение катушки	Провод	Число витков	Индуктивность, *мкгн*
L_1	Контурная катушка задающего генератора передатчика	МГ 1,2	6	0,8
L_2	Катушка связи	ПМВ 0,75	3	
L_3	Катушка первого контура, настроенного на удвоенную частоту кварца	МГ 1,2	6	0,8
L_4	Катушка связи	ПМВ 0,75	3	
L_5	Катушка связи	ПМВ 0,75	3	
L_6	Катушка второго контура, настроенного на удвоенную частоту кварца	МГ 1,2	10	1,6
L_7	Катушка связи	ПМВ 0,75	3	
L_8	Контурная катушка оконечного каскада передатчика (10-метровый диапазон)	ПЭЛ 1,5	5+5	2,2
L_9	Катушка связи с антенной	ПЭЛ 1,5	4	0,7
L_{10}	Контурная катушка оконечного каскада передатчика (20-метровый диапазон)	ПЭЛ 1,5	6+6	3,4
L_{11}	Катушка связи с антенной	ПЭЛ 1,5	4	1,0
L_{12}	Контурная катушка 10-метрового диапазона приемника	МГ 0,65	11	1,4
L_{13}	Катушка связи с антенной	ПМВ 0,75	2	
L_{14}	Контурная катушка 20-метрового диапазона приемника	МГ 1,2	15	2,5
L_{15}	Катушка связи с антенной	ПМВ 0,75	3	
$Др_1$, $Др_3$ и $Др_4$	ВЧ дроссели	ПЭЛШО 0,1	1 600	3 000
$Др_2$	ВЧ дроссель	ПЭЛШО 0,1	800	1 600

Дроссели $Др_1$, $Др_2$, $Др_3$ и $Др_4$ намотаны на каркасах из органического стекла (см. рис. 4). Обмотка у них разбивается на четыре секции. $Др_1$, $Др_3$ и $Др_4$ содержат по 1 600 витков (по 400 в каждой секции), $Др_2$ — 800 витков (по 200 в каждой секции). Для намотки всех дросселей использован провод ПЭЛШО 0,1.

Конденсаторы C_3, C_4, C_5—малогабаритные подстроечные конденсаторы с воздушным диэлектриком. В случае необходимости они могут быть заменены керамическими подстроечными конденсаторами типа КПК-2. Конденсатор C_{18}—керамический подстроечный конденсатор типа КПК-1. Каждый из симметричных конденсаторов переменной емкости C_6 и C_9 собран из двух малых воздушных подстроечных конденсаторов, объединенных на общей оси настройки. Концы катушек L_8 и L_{10} в дальнейшем припаиваются непосредственно к выводам статорных пластин конденсаторов C_6 и C_9.

Конденсаторы C_1, C_2, C_7, C_8, C_{16}, C_{17}, C_{20} и C_{21} керамические типа КПК или слюдяные типа КСО.

Конденсатор переменной емкости C_{19} — малый подстроечный конденсатор с воздушным диэлектриком. Он имеет одну неподвижную и две подвижные пластины и снабжен верньерным устройством с замедлением 1 : 10.

Конденсаторы C_{10}, C_{11} типа ЭТО (или КЭ-2); C_{12}, C_{13} и C_{15} — типа ЭМ; C_{22} — типа КБГ-И.

$П_1$ — трехпозиционный переключатель диапазонов передатчика, самодельный, изготавливается из контактных пластин электромагнитных реле.

$П_2$ — переключатель рода работы радиостанции — обычный одноплатный переключатель на два положения.

$П_3$ — переключатель диапазонов приемника — обычный переключатель типа «тумблер».

Переменные сопротивления R_1, R_2, R_3, R_{17} и R_{18} типа СПО-05. Постоянные сопротивления типа МЛТ или ВС.

Трансформаторы $Тр_1$ и $Тр_3$ самодельные, выполнены на пермаллоевых пластинах Ш-6 с набором 10 *мм*. Их обмотки *I* содержат по 5 000 витков провода ПЭЛ 0,05, обмотки *II* — по 200 витков провода ПЭЛ 0,15. В качестве этих трансформаторов могут быть использованы заводские трансформаторы от слуховых аппаратов «Звук» или «Кристалл».

Если будет использоваться динамический микрофон типа МД-42, трансформатор $Тр_1$ из схемы исключают и микрофон подключают непосредственно в цепь переключателя $П_2$.

Трансформатор $Тр_2$ выполнен на оксиферовом сердечнике ОШ-12. Его обмотка *I* содержит 300×2 витков провода ПЭЛ 0,41, обмотка *II* — 600 витков провода ПЭЛ 0,15, обмотка *III* — 1 400 витков провода ПЭЛ 0,2. Обмотку *III* трансформатора для облегчения налаживания модулятора рекомендуется выполнить с отводами. В этом случае ее увеличивают до 1 600 витков с отводами от 1 000, 1 200, 1 400-го витков.

Трансформатор $Тр_2$ можно намотать на сердечнике из обычной трансформаторной стали из пластин Ш-12, толщина пакета 25 *мм*. В этом случае его обмотка *I* содержит 110×2 витков провода ПЭЛ 0,41, обмотка *II* — 300 витков провода ПЭЛ 0,15 и обмотка *III* — 600 витков провода ПЭЛ 0,2 с отводами от 400-го и 500-го витков.

Миллиамперметры постоянного тока в коллекторных цепях транзисторов задающего генератора и оконечных каскадов передатчика малогабаритные магнитоэлектрические типа М-61 с пределом измерения 0—100 и 0—150 *ма*.

Электромагнитное реле $Р_1$ двухпозиционное поляризованное типа РП-7, имеет две обмотки по 4 000 витков с общим сопротивлением постоянному току 1 200 *ом*; включается последовательно.

Для питания электронного ключа используется малогабаритный окиснортутный гальванический элемент типа ОР-4.

Кварцевая пластина с резонансной частотой порядка 14,0 *Мгц* в случае необходимости может быть заменена пластиной с резонансной частотой 7 000—7 085 *кгц*, но это потребует введения в схему передатчика еще одного удвоительного каскада.

Для питания радиостанции используется аккумуляторная батарея, составленная из 17 серебряно-цинковых аккумуляторов типа СЦ-1,5. Она обеспечивает непрерывную работу радиостанции телеграфом в режиме «Передача» на 20-метровом диапазоне в течение 15 часов и такую же продолжительность работы телефоном (с угольным микрофоном), а также работу в течение

10 часов при условии использования динамического или пьезоэлектрического микрофона. При работе телеграфом на 10-метровом диапазоне аккумуляторная батарея дает возможность использовать радиостанцию в течение 35 часов, а в телефонном режиме с высококачественными микрофонами — в течение 25 часов. Та же аккумуляторная батарея может обеспечить непрерывную работу радиостанции только при одном приеме в течение 42—45 часов.

Питание радиостанции может производиться и от гальванических элементов типа 1,5-ТМЦ-29,5, 1,66-ТМЦ-у-28, 1,3-НВМЦ-75 («Прибой») и 1,6-ФМЦ-у-3,2 («Сатурн»).

Монтаж цепей питания радиостанции производится мягким многожильным проводом сечением 0,3—0,5 *мм* с винилитовой изоляцией, высокочастотных цепей — голым медным (желательно посеребренным) проводом МГ 1,0. Выводные проводнички конденсаторов и сопротивлений должны иметь минимальную длину, но не меньше 10 *мм*, так как при меньших размерах могут быть повреждены при пайке детали. Особую осторожность следует соблюдать при монтаже транзисторов.

Пайку выводов транзисторов следует производить легкоплавким припоем (с температурой плавления не более 150°), применяя при этом теплоотвод в виде пинцета или плоскогубцев, с тем чтобы не допустить перегрева транзисторов свыше 150°.

Для улучшения теплоотвода у высокочастотных транзисторов, работающих в схеме передатчика радиостанции, применяются специальные латунные радиаторы (рис. 6), в которые и помещаются корпуса транзисторов. Это особенно важно для транзисторов T_4 и T_5, работающих в несколько повышенном режиме. Лак, покрывающий внешнюю поверхность этих транзисторов, перед установкой их в радиаторы следует аккуратно удалить.

НАЛАЖИВАНИЕ РАДИОСТАНЦИИ

Налаживание начинается с низкочастотного усилителя — модулятора радиостанции, с его оконечного каскада. Для этого отключают питание от всех транзисторов схемы, кроме T_7 и T_8, устанавливают $П_2$ в положе-

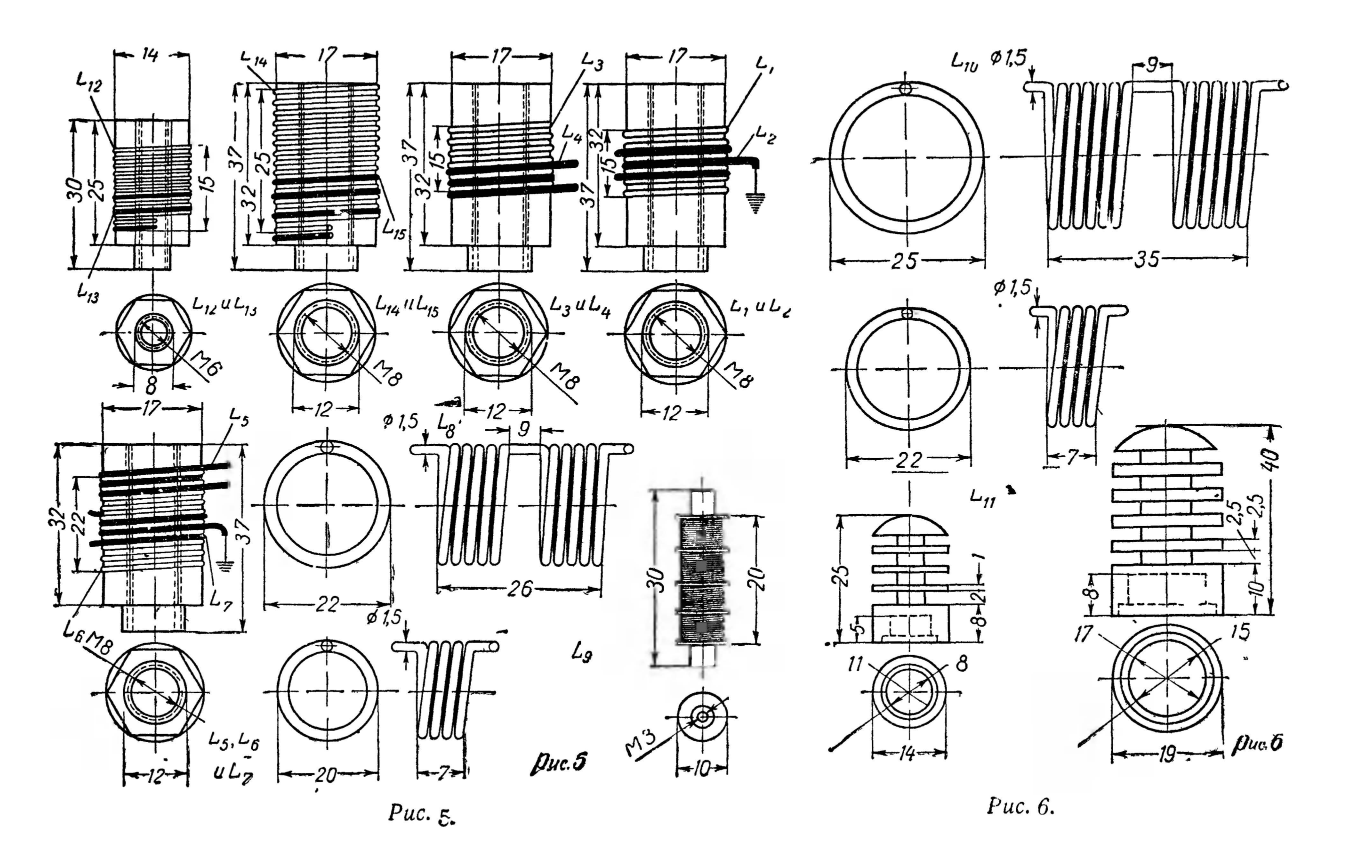

L12
L13
L12 и L13
M6
L14
L15
L14 и L15
M8
L3
L4
L3 и L4
L1
L2
L1 и L2
L5
L6
L7
L5, L6 и L7
M8
φ 1,5
L8
L9
M3
Рис.5
L10
L11
Рис.6

Рис. 5.

Рис. 6.

ние «Прием» и подключают к обмотке *I* трансформатора Tp_2 звуковой генератор, настроенный на частоту 1 000 *гц*, и к обмотке *II* (параллельно с телефонами) — осциллограф. Далее, плавно увеличивая напряжение на выходе звукового генератора от нуля до 5 *в*, наблюдают на экране осциллографа, не появятся ли заметные искажения синусоиды. Одновременно при помощи миллиамперметра постоянного тока со шкалой 0—150 *ма* контролируется ток, потребляемый оконечным каскадом усилителя. При напряжении звуковой частоты около 5 *в* ток, потребляемый оконечным каскадом, должен быть порядка 120—130 *ма*.

При наличии искажений из-за асимметрии плеч выходного трансформатора или неверной установки напряжения смещения их устраняют подбором величины сопротивлений R_7 и R_9, транзисторов T_7 или T_8 (если один из них дает большее усиление) или заменой трансформатора Tp_2.

Затем проверяют работу оконечного каскада усилителя в режиме модулятора. Для этого переключатель $П_2$ ставят в положение «Передача», цепь питания коллекторов транзисторов в оконечных каскадах передатчика заменяют переменным сопротивлением в 3—5 *ком*, с тем чтобы через обмотку *III* трансформатора Tp_2 пропустить постоянный ток, соответствующий максимальному току коллекторов транзисторов T_2 и T_3 при работе передатчика в телефонном режиме. Осциллограф следует подключить при этом параллельно обмотке *III* (через два конденсатора емкостью 0,25—0,5 *мкф*). Поддерживая неизменным ток подмагничивания в обмотке *III* трансформатора Tp_2 в пределах 100—120 *ма*, наблюдают за синусоидой на экране осциллографа. Одновременно можно произвести подбор числа витков обмотки *III*, если модулятор не дает полной мощности, и уточнить наивыгоднейшую величину сопротивлений R_7 и R_9. После этого звуковой генератор отключают от обмотки *I* трансформатора Tp_2 и, присоединив питание к транзистору T_9, подключают звуковой генератор к основанию транзистора T_9 (через конденсатор C_{14}). Выходное напряжение звукового генератора устанавливают в пределах 20—30 *мв* и, регулируя величину сопротивления R_{12}, добиваются максимального усиления предоконечного каскада модулятора при отсутствии искажений вход-

ного сигнала. Далее на транзистор T_{10} подают напряжение, включают микрофон и производят подборку величины сопротивления R_{16} с таким расчетом, чтобы при произнесении громких звуков перед микрофоном не получилось отсечки у сигнала (контроль ведется с помощью осциллографа).

Модулятор проверяется на длительность работы на постоянную нагрузку в течение 1—2 часов. В случае нагревания транзисторов предоконечного и оконечного каскадов свыше 60° следует снабдить их небольшими дополнительными радиаторами для лучшего охлаждения.

Далее производится налаживание ВЧ блока приемника. Переключатель $П_2$ устанавливают в положение «Прием». На транзистор T_{11} подают питание и, вращая движок переменного сопротивления R_{18}, добиваются появления в телефонах характерного шипения, свойственного сверхрегенеративному детектору. Если генерация не возникает, следует увеличить емкость подстроечного конденсатора C_{18}. Емкость его подбирают таким образом, чтобы при вращении движка переменного сопротивления R_{18} генерация возникала и прекращалась плавно.

При монтаже сверхрегенеративного каскада следует обратить особое внимание на тщательность и надежность качества пайки всех деталей, иначе в последующем могут возникать различные шорохи и трески, а в некоторых случаях не будет генерации.

При налаживании сверхрегенеративного каскада следует учитывать, что в этом режиме работают далеко не все транзисторы. Для работы в этом каскаде предпочтительно применять наиболее высокочастотные транзисторы (П-403). Лучше всего в режиме сверхрегенератора работают транзисторы типа П-403-А, имеющие повышенный коэффициент усиления по току.

Одновременно следует подобрать и наивыгоднейшее напряжение питания каскада.

Получив устойчивую генерацию в пределах всего диапазона, определяют граничные частоты каждого диапазона и производят их подгонку путем изменения индуктивности катушек L_{12} и L_{14} или подключением параллельно им небольших керамических конденсаторов.

Наивыгоднейшее положение витков катушек L_{13} и L_{15} подбирается по максимальной громкости сигнала в телефонах. Величина подаваемого при этом на антенный вход сигнала должна быть минимальной (не более 50 *мкв*). Лучше всего подобрать наивыгоднейшую связь с антенной для каждого из диапазонов непосредственно во время приема любительских станций. После этого следует произвести окончательную градуировку шкалы приемника для каждого из диапазонов.

Налаживание высокочастотной части передатчика начинают с задающего генератора. На транзистор T_1 подают питающие напряжения и, изменяя величину сопротивления R_1, подбирают напряжение смещения на транзистор T_1, при котором на контуре L_1C_3 появятся колебания высокой частоты.

Контур L_1C_3 желательно предварительно настроить на резонансную частоту кварцевой пластины (например, с помощью ГИРа). Для контроля удобнее всего воспользоваться катодным вольтметром, подключив его к катушке L_2 вместо оснований транзисторов T_2 и T_3. Можно воспользоваться и обычным простым ВЧ пробником, составленным из витка связи и лампочки накаливания (2,5×0,075), так как мощность, отдаваемая каскадом задающего генератора, достаточно велика. Напряжение ВЧ на катушке L_2 при правильно подобранном смещении и настроенном в резонанс контуре L_1C_3 должно быть порядка 12—15 *в*. Ток коллектора транзистора T_1 при этом будет 25—30 *ма*. При налаживании задающего генератора следует учитывать, что он может возбудиться и не на основной частоте кварца.

После налаживания задающего генератора приступают к налаживанию оконечного каскада 20-метрового диапазона. Для этого концы катушки L_2 присоединяют к основаниям транзисторов T_2 и T_3, включают питание к этим транзисторам и настройкой контура $L_{10}C_6$ в резонанс с частотой задающего генератора добиваются максимального напряжения ВЧ на контуре оконечного каскада передатчика. Следует особо тщательно подобрать транзисторы T_2 и T_3: они должны иметь примерно равные коэффициенты усиления по току и одинаковый начальный ток коллектора.

Общий ток коллекторов транзисторов T_2 и T_3 при

напряжении аккумуляторной батареи, равном 24 *в*, должен быть не свыше 100—120 *ма*.

Наивыгоднейшую величину связи этого оконечного каскада передатчика с антенной подбирают путем перемещения катушки L_{11} относительно катушки L_{10} с одновременной подстройкой контура оконечного каскада конденсатором переменной емкости C_6 по максимальному свечению лампочки накаливания (1×0,05), включенной последовательно в цепь антенны.

Затем производится налаживание второго оконечного каскада передатчика (10-метрового диапазона). Переключатель $П_1$ устанавливают в положение «10 метров» и производят последовательную настройку вначале контура L_3C_4 на гармонику частоты кварцевой пластины задающего генератора и после контура L_6C_5 на эту же частоту. Настройка производится с помощью подстроечных конденсаторов C_4 и C_5, а если необходимо, то и путем подгонки величины индуктивности катушек L_3 и L_6. При этом обязательно следует контролировать правильность настройки этих контуров на удвоенную частоту кварца с помощью резонансного волномера.

Налаживание оконечного усилительного каскада 10-метрового диапазона и подбор наивыгоднейшей связи с антенной производятся в том же порядке, что и оконечного каскада 20-метрового диапазона.

Такие же требования следует соблюдать и при подборе транзисторов T_4 и T_5, работающих в двухтактном каскаде. В этом оконечном каскаде передатчика лучше всего работают транзисторы типа П-403 и П-403А.

Так как мощность оконечного каскада 10-метрового диапазона передатчика значительно меньше 20-метрового, то для налаживания этого оконечного каскада и подбора оптимальной связи его с антенной лучше всего воспользоваться резонансным волномером или чувствительным ВЧ пробником (с микроамперметром на 50—100 *мка*). При этом резонансный волномер (или пробник) устанавливают на таком расстоянии от катушки L_8, чтобы стрелка прибора индикатора отклонилась примерно на половину шкалы. Общий ток коллекторов транзисторов T_4 и T_5 не должен быть больше 12—15 *ма*. При большем токе возможен пробой барьерного слоя и выход из строя этих транзисторов.

Наивыгоднейшую величину связи указанного оконечного каскада передатчика с антенной определяют с помощью ВЧ пробника. Для этого его виток связи подносят к фидеру антенны на такое расстояние, при котором стрелка прибора-индикатора будет отклоняться на 30—50% всей шкалы прибора. Затем, перемещая катушку L_9 относительно катушки L_8 и одновременно подстраивая контур оконечного каскада конденсатором переменной емкости C_9, устанавливают оптимальную величину связи с антенной, руководствуясь максимальными показаниями прибора-индикатора.

При налаживании высокочастотных каскадов передатчика следует помнить, что всякое изменение режимов питания транзисторов, работающих в этих каскадах, связано с изменением емкости их коллекторных переходов и, следовательно, с возможностью расстройки контуров, к которым они подключены. Особенно это явление сказывается у мощных высокочастотных транзисторов П-603, емкость коллекторного перехода у которых свыше 100 *пф*. Это следует учитывать и при конструировании различной ВЧ аппаратуры. При применении подобных транзисторов нужно очень тщательно подбирать оптимальную величину емкости для колебательных контуров, к которым подключаются подобные транзисторы, и стремиться при этом иметь максимально возможную величину индуктивности у контурной катушки.

Остается сказать несколько слов о налаживании электронного ключа, работающего на транзисторе T_6. С помощью автоматических штепсельных гнезд «Кл» манипулятор полуавтоматического ключа все время подключен в разрыв эмиттерной цепи транзистора T_1. При вставлении в эти гнезда штепсельной вилки обычного ключа или угольного микрофона манипулятор автоматического ключа оказывается отключенным.

Налаживание ключа в основном сводится к подбору наивыгоднейшей величины емкости электролитического конденсатора C_{11}, включенного параллельно с переменным сопротивлением R_3 в цепь эмиттер — основание транзистора T_6. Переменное сопротивление R_3 в дальнейшем используется для регулировки скорости манипуляции, которая при первичной регулировке может быть установлена в пределах от 60 до 150 зн/мин. Чет-

кость манипуляции устанавливается путем регулировки контактов поляризованного реле R_1, обмотка которого включена последовательно в коллекторную цепь транзистора T_6.

Емкость конденсатора C_{11} подбирается в пределах от 50 до 100 *мкф*. При изменении скорости манипуляции для восстановления ритмичности сигналов следует дополнительно произвести регулировку переменным сопротивлением R_2.

Транзисторная радиостанция была испытана на станции УАЗДХ и показала при этом хорошие результаты.

СИГНАЛ-ГЕНЕРАТОРЫ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРАХ

(Разработка лаборатории ЦРК)

М. Фролов

Использование транзисторов в конструкциях сигнал-генераторов и генераторов стандартных сигналов позволяет получать экономичные и малогабаритные приборы. Можно сконструировать сигнал-генератор размером не более среднего карманного приемника.

В приборах лабораторного типа использование транзисторов позволяет за счет уменьшения габаритов отдельных блоков значительно упростить экранировку. Действительно, основной блок сигнал-генератора—блок задающего генератора — может быть смонтирован, например, почти полностью на переключателе диапазонов. Отсутствие связи с сетью при батарейном питании исключает излучение сигнала через сеть питания. Малая мощность генератора и низкое напряжение питания также способствуют уменьшению излучения.

Однако транзисторы имеют и свои недостатки. Основным недостатком транзисторов при использовании их в генераторах сигналов является большая емкость коллектора и эмиттера, которая меняется при изменении напряжения на коллекторе. Это значительно усложняет проблему амплигудной модуляции высокочастотного сигнала. При обычных способах модуляции, которые широко применяются в простых ламповых конструкциях, использование транзисторов неизбежно приводит к появлению наряду с амплитудной модуляцией частотной модуляции. Поэтому приходится принимать ряд мер для уменьшения или устранения этого недостатка.

Вторым недостатком генератора на транзисторах является несколько меньшая стабильность частоты по сравнению с ламповыми конструкциями. Однако в генераторах с достаточно широким коэффициентом перекрытия это не имеет существенного значения: изменение частоты даже на 1% очень мало заметно на шкале прибора. Кратковременная же стабильность оказывается достаточно высокой.

На рис. 1 изображена схема сигнал-генератора с использованием одного высокочастотного и двух низкочастотных транзисторов.

Прибор обладает достаточно постоянным значением выходного напряжения по всему диапазону, малым количеством гармоник (не более 5%) и большой стабильностью частоты. Однако налаживание его для получения таких относительно высоких показателей довольно сложно.

Диапазон частот генератора 50 *кгц* — 2 *Мгц* разбит на пять поддиапазонов: 50—105 *кгц*, 100—210 *кгц*, 200—430 *кгц*, 420—880 *кгц*, 850 *кгц* — 2 *Мгц*.

Выходное напряжение генератора может изменяться грубо и плавно с помощью декадного делителя. Наибольшая амплитуда выходного напряжения 100 *мв*. При желании можно сделать выход с напряжением 15—20 *в*.

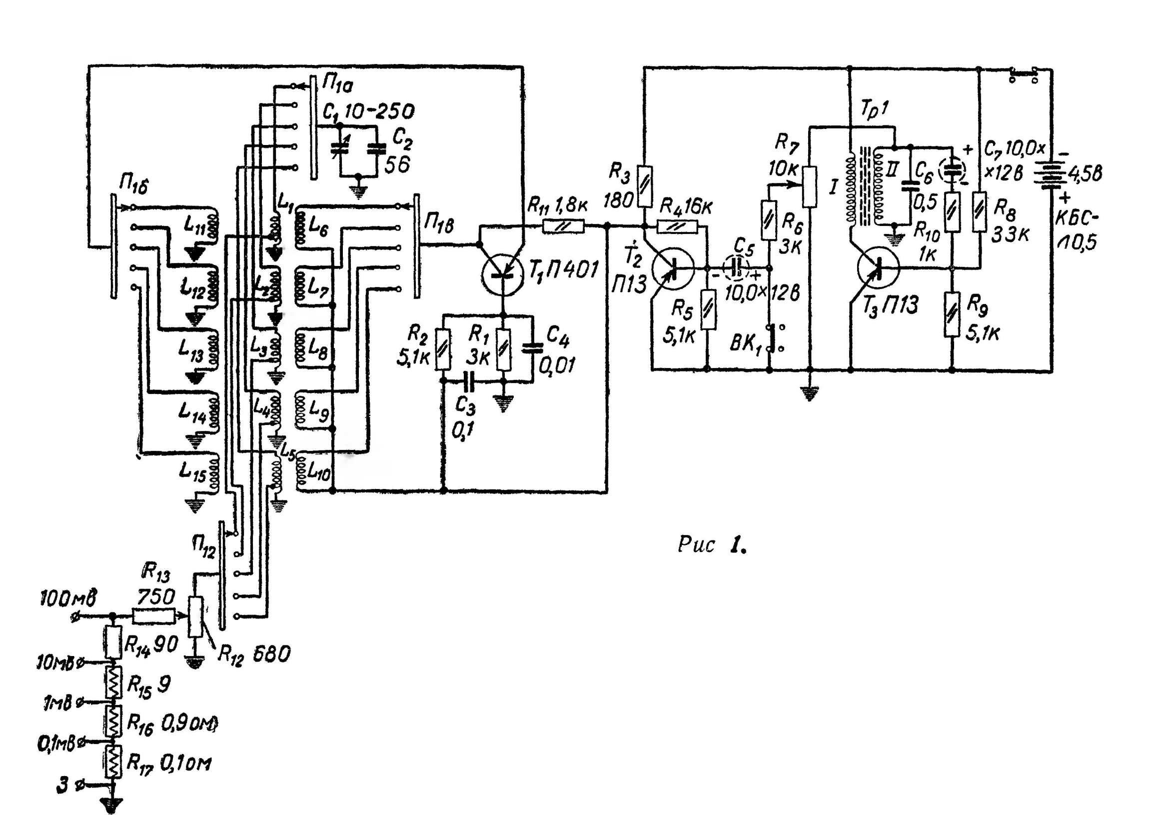
Выходное сопротивление различно на разных пределах выходного напряжения и меняется от 0,1 до 100 *ом*.

Сигнал-генератор состоит из блока задающего генератора, модулятора и блока аттенюатора.

Задающий генератор выполнен на транзисторе T_1 типа П-401 — П-403 по схеме с общей базой. Такая схема наиболее приемлема для всех генераторов, так как позволяет получить наибольшую стабильность частоты и амплитуды колебаний при изменении окружающей температуры. Кроме того, в схеме с общей базой можно получить малые нелинейные искажения.

Положительное смещение на эмиттер транзистора T_1 снимается с делителя напряжения R_1R_2. Конденсатор C_4 блокировочный.

Колебательный контур включается в цепь транзистора при помощи двух катушек связи L_{11} и L_6. Катушки L_1, L_6 и L_{11} размещены на общем каркасе и благодаря общему сердечнику сильно связаны между собой. За счет этой связи напряжение ВЧ на контурной катушке



П1а
C1 10-250
C2
56
П1б
L11
L12
L13
L14
L15
L1
L2
L3
L4
L5
L6
L7
L8
L9
L10
П1в
R11 1,8к
T1 П401
R2
5,1к
R1
3к
C4
0,01
C3
0,1
R3
180
R4 16к
T2
П13
R5
5,1к
C5
10,0×12в
R7
10к
R6
3к
ВК1
Тр1
I
II
C6
0,5
R10
1к
C7 10,0×
×12в
R8
33к
T3 П13
R9
5,1к
4,5в
КБС-
Л0,5
П12
R13
750
100мв
R14 90
R12 680
10мв
R15 9
1мв
R16 0,9ом
0,1мв
R17 0,1ом
З

Рис 1.

L_1 будет приблизительно в n раз больше, чем на катушке L_6 (n — коэффициент трансформации), и почти не зависит от емкости конденсатора C_1, что обеспечивает большую стабильность амплитуды колебаний по диапазону.

Сопротивление катушки L_6 на резонансной частоте колебательного контура достаточно велико, поэтому напряжение ВЧ на этой катушке почти равно напряжению питания (коэффициент использования коллекторного напряжения достигает 0,9), а форма колебаний сильно искажена. Колебательный контур отфильтровывает гармоники и напряжение на его зажимах получается чисто синусоидальным.

При использовании в приборе транзисторов некоторых типов генератор возбуждается на частоте контура $L_6C_к$ ($C_к$ — емкость коллектора триода). Эта частота получается более чем на порядок выше, чем частота контура $L_1C_1C_2$, и хорошо отфильтровывается последним. Колебания в контуре $L_1C_1C_2$ в этом случае возникают из-за ударного возбуждения, так как форма тока в цепи коллектора триода T_1 носит импульсный характер. Стабильность амплитуды колебаний контура $L_1C_1C_2$ по диапазону в этом случае получается еще более высокой.

Для сигнал-генераторов не требуется большой мощности, поэтому и амплитуда будет меняться незначительно. Для еще большего повышения стабильности катушка L_6 в цепи коллектора зашунтирована сопротивлением R_{11}.

В конструкции, изготовленной автором, нестабильность амплитуды не превышала 10% при коэффициенте перекрытия по диапазону немного более двух.

Напряжение с малым содержанием гармоник можно снимать только с контура. В данном случае нагрузка контура (сопротивление аттенюатора) низкоомная, поэтому она подключается к отводу катушки (приблизительно к одной десятой части ее витков).

С отвода катушки L_1 снимается сигнал напряжением около 1 *в*. Это напряжение подается на потенциометр R_{12} плавной регулировки выходного напряжения. С движка потенциометра R_{12} через ограничительное сопротивление R_{13} сигнал подается на ступенчатый делитель напряжения R_{14}, R_{15}, R_{16}, R_{17}.

Сопротивление R_{13} в основном служит для уменьшения влияния на частоту контура изменения положения движка потенциометра R_{12} и входного сопротивления нагрузки. При такой схеме изменение частоты в зависимости от нагрузки крайне незначительно и составляет несколько десятков герц на частоте 2 *Мгц*.

Модуляция высокочастотных колебаний производится изменением напряжения питания цепей коллектора и эмиттера по закону низкой частоты.

Модулятор двухкаскадный, состоит из генератора синусоидальных колебаний, настроенного на частоту 400 *гц*, и усилителя.

Генератор колебаний низкой частоты собран на транзисторе T_3 по схеме с общим эмиттером с индуктивной обратной связью. Колебательный контур включен в цепи базы. Частота колебаний определяется индуктивностью обмотки *II* трансформатора Tp_1 и емкостью конденсатора C_6. Сопротивлением R_{10} добиваются устранения искажений синусоиды.

Напряжение низкой частоты с контура подается на потенциометр R_7. С движка потенциометра R_7 напряжение низкой частоты поступает на базу T_2 через разделительный конденсатор C_5 и сопротивление R_6.

Транзистор T_2 является усилителем мощности. Нагрузкой его в цепи коллектора служит сопротивление R_3. Напряжение питания на высокочастотный генератор поступает непосредственно с коллектора транзистора T_2.

Для устранения влияния сопротивления R_3 на режим работы генератора последнее шунтируется конденсатором C_3.

В целях уменьшения нелинейных искажений усилителя мощности на базу T_2 подается отрицательная обратная связь по цепи смещения R_4R_5.

Потенциометр R_7 используется для регулировки глубины модуляции. Выключение модуляции производится тумблером $Вк_1$. При положении тумблера, показанном на схеме, конденсатор C_5 замкнут на землю и на базу T_2 не поступает напряжение звуковой частоты, т. е. модуляция выключена.

Следует учесть, что в приборе наблюдается частотная модуляция за счет изменения емкости коллектора T_1. Правда, в этой схеме ширина полосы частотной модуляции в несколько десятков раз меньше, чем в схеме

с непосредственным включением контура в цепь коллектора. Однако при малой емкости конденсатора C_1 частотная модуляция все же значительна, особенно на высших частотах. Так, на транзисторе П-401 на частоте 1,5 *Мгц* девиация частоты составляет около 2 *кгц* при глубине модуляции 50%.

Эффект частотной модуляции можно значительно ослабить, применив более высокочастотный транзистор, например П-410.

Кроме того, можно уменьшить число витков обмоток в цепях коллектора и эмиттера. Однако при значительном уменьшении числа витков этих катушек уменьшается стабильность амплитуды по диапазону и надежность работы при уменьшении напряжения питания.

Описанная выше схема генератора может также найти применение для гетеродинов приемников длинных и средних волн. Высокая стабильность амплитуды по диапазону и малое содержание гармоник позволит при этом значительно уменьшить различные помехи.

Все катушки сигнал-генератора намотаны на каркасах с внешним диаметром 12 *мм* и внутренним — 10 *мм*. Длина каркасов 40 *мм*. Внутри каркаса по всей его длине помещается кусок ферритовой антенны. Сначала наматывают контурную катушку. Намотку производят внавал между щечками. Окончив намотку, щечки необходимо снять, обмотку стянуть нитками и пропитать парафином. Катушку связи коллекторной цепи наматывают по одну сторону контурной катушки вплотную к ней, катушку связи цепи эмиттера наматывают с другой стороны контурной катушки и также вплотную к ней.

Данные обмоток катушек следующие: L_1 имеет 700 витков провода ЛЭШО 3×0,07 с отводом от 70-го витка, L_6 и L_{11} соответственно 100 и 50 витков провода ПЭЛ 0,1, L_2 — 350 витков провода ЛЭШО 3×0,07 с отводом от 35-го витка, L_7 50, а L_{12} 25 витков провода ПЭЛ 0,1; L_3 — 200 витков с отводом от 20-го витка провода ЛЭШО 3×0,07; L_8 30 витков и L_{13} 15 витков провода ПЭЛ 0,15; L_4 — 140 витков провода ПЭЛШО 0,2 с отводом от 14-го витка; L_9 — 21 виток, L_{14} — 10 витков провода ПЭЛ 0,15; L_5—95 витков провода ПЭЛШО 0,2 с отводом от 9-го витка; L_{10} 13 витков, а L_{15} 6 витков провода ПЭЛ 0,15.

Число витков всех катушек может значительно отличаться от приведенных выше данных при использовании сердечников с различными величинами магнитной проницаемости, однако соотношения между числами витков соответствующих катушек поддиапазона должны остаться неизменными.

Трансформатор модулятора Tp_1 наматывают на куске ферритовой антенны с $\mu=1000$ длиной 30 *мм*. Обмотка *I* имеет 600 витков провода ПЭЛ 0,1; обмотка *II* состоит из 2 500 витков провода ПЭЛ 0,07. Обе обмотки намотаны внавал, одна на другой, причем первой наматывают обмотку *II*.

Налаживание сигнал-генератора заключается в тщательном подборе витков катушек для получения большой стабильности амплитуды по поддиапазоном.

Прежде всего необходимо проверить стабильность амплитуды выходного напряжения при изменении емкости конденсатора C_1. Если амплитуда меняется значительно, необходимо увеличить число витков катушки в цепи эмиттера.

Требуемое выходное напряжение можно получить изменением числа витков между отводом контурной катушки и землей. Таким же методом можно добиться равномерности амплитуды колебаний на выходе на разных поддиапазонах.

Подгонка поддиапазонов усложняется тем, что ферритовый сердечник нельзя использовать для регулировки частоты в больших пределах: при значительном перемещении сердечника уменьшается степень связи между катушками со всеми вытекающими отсюда последствиями. Поэтому контурную катушку необходимо предварительно настроить на требуемую частоту.

Налаживание модулятора заключается в подборе режима транзистора T_3 для получения неискаженных синусоидальных колебаний. В основном приходится подбирать величины сопротивлений R_8 и R_{10}. Для устранения искажений в усилителе мощности необходимо подобрать величину сопротивления R_4.

Делитель лучше сделать выносного типа, как, например, у генератора стандартных сигналов ГСС-6. При таком выполнении значительно упрощается схема аттенюатора прибора.

На рис. 2 изображена схема простейшего сигнал-ге-

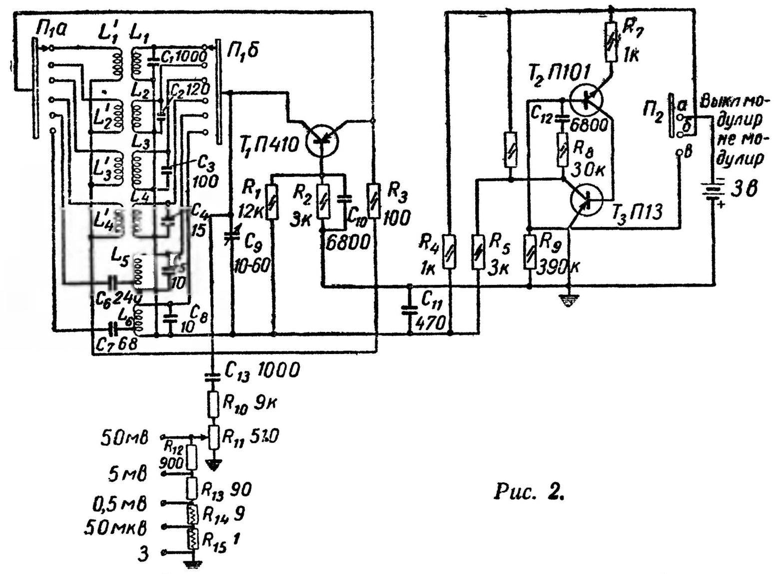


Рис. 2.

нератора. Качественные показатели такого прибора не высоки, однако применение переменного конденсатора малой емкости и отсутствие трансформаторов позволяет сконструировать этот прибор очень небольшим, например сделать его карманного типа.

Прибор предназначен в основном для настройки каскадов УПЧ. Предусмотрена работа без модуляции и с модуляцией прямоугольными колебаниями частотой 400 *гц*.

Диапазоны частот сигнал-генератора: 120—122 *кгц*, 435—495 *кгц*, 1,05—1,2 *Мгц*, 5,5—9 *Мгц*, 14—21,5 *Мгц*, 21,4—35 *Мгц*.

Выходное напряжение может регулироваться грубо и плавно в пределах 50 *мкв* — 50 *мв*.

Питается прибор от двух элементов ФБС; потребляемый ток не превышает 3 *ма*.

Сигнал-генератор состоит из высокочастотного генератора на транзисторе T_1, модулятора на транзисторах T_2 и T_3 и аттенюатора.

Высокочастотный генератор собран на транзисторе типа П-410—П-411 по схеме с общей базой. Колебательные контуры включаются в цепь коллектора. Для повышения стабильности частоты и уменьшения частот-

ной модуляции емкости контуров на частоты 120, 465, 1 100 *кгц* выбраны сравнительно большими. Кроме того, большие емкости контуров необходимы для уменьшения резонансного сопротивления контуров и, следовательно, для уменьшения количества гармоник.

Изменение частоты в небольших пределах производится конденсатором переменной емкости C_9, присоединяемым параллельно контурам. Обратная связь с коллектора на эмиттер для первых четырех поддиапазонов индуктивная, осуществляется при помощи катушек L_1'—L_4'. Для двух наиболее коротковолновых диапазонов обратная связь применена емкостная, при этом напряжение на эмиттер подается с части коллекторных контуров через разделительные конденсаторы C_6 и C_7.

Для того чтобы обеспечить необходимое положительное смещение для питания цепи эмиттера, в цепи базы включен делитель напряжения R_1R_2, который задает отрицательное смещение на базе. Конденсатор C_{10} блокировочный.

На первых четырех поддиапазонах сопротивление R_3 дополнительно шунтирует катушки L_1—L_4, что несколько повышает стабильность амплитуды генерируемых колебаний. На пятом и шестом диапазонах сопротивлением R_3 обеспечивается необходимый режим работы транзистора по постоянному току.

Напряжение высокой частоты через разделительный конденсатор C_{13} и добавочное сопротивление R_{10} подается на сопротивление R_{11}. Последнее служит для плавной регулировки выходного напряжения. С движка потенциометра R_{11} сигнал поступает на ступенчатый делитель напряжения R_{12}—R_{15}. Такое включение аттенюатора вызвано стремлением упростить схему прибора. Шунтирующее действие аттенюатора на колебательные контура наиболее сильно сказывается на диапазонах 110 и 465 *кгц*. На этих диапазонах не удается получить устойчивого режима генерации с коэффициентом гармоник менее 20%, однако для настройки усилителей промежуточной частоты коэффициент гармоник подаваемого сигнала не столь важен.

Напряжение для питания цепи коллектора транзистора T_1 подается от батареи через сопротивление R_4 и от модулирующего каскада через сопротивление R_5. Конденсатор C_{11} блокировочный.



Рис. 3.

Модулятор собран по схеме одноемкостного мультивибратора на триодах с p-n-p и n-p-n переходами (T_2 и T_3). Частота колебаний мультивибратора определяется в основном сопротивлениями R_8 и R_9 и конденсатором C_{12}. Сопротивление R_8 необходимо для увеличения длительности импульса, т. е. для уменьшения скважности. Поскольку напряжение, снимаемое с модулятора, довольно велико, то для обеспечения 30% модуляции применен делитель R_4R_5. Следует учесть, что коэффициент модуляции на разных частотах (диапазонах) будет различным за счет изменения тока, потребляемого транзистором T_1 по цепи коллектора.

Отключение источника питания и выключение модуляции производится переключателем $П_2$. При отключении питания разрываются контакты *а*, *б* и *в*. При замыкании контактов *а* и *б* происходит работа модулированными колебаниями. Для работы немодулированными колебаниями необходимо замкнуть контакты *а*, *б* и *в*. При этом на базу T_2 будет подаваться некоторое отрицательное напряжение, за счет чего он запрется и модулятор перестанет работать. Устройство переключателя $П_2$ понятно из рис. 3.

Катушки L_1—L_4 наматывают на каркасах от катушек ФПЧ приемника «Дружба». Катушки L_1, L_1', L_2, L_2', L_3, L_3', L_4' намотаны проводом ПЭЛ 0,1 и имеют: L_1 300 витков, L_1' 10 витков, L_2 200 витков, L_2' 8 витков, L_3 70 витков, L_3' 5 витков и L_4' 3 витка. Катушка L_4 содержит 20 витков провода ПЭЛШО 10 0,07.

Катушки L_5 и L_6 намотаны на фарфоровых каркасах диаметром 10 *мм*, внутри которых может по резьбе перемещаться латунный сердечник для подстройки. Катушка L_5 имеет 13 витков провода ПЭЛ 0,5 с отводом от третьего витка, L_6 — 8 витков ПЭЛ 1,0 с отводом от третьего витка.

Налаживание высокочастотного генератора заключается в подборе числа витков катушек L_1'—L_4' до получения устойчивой генерации с наименьшим содержанием гармоник. В катушках L_5 и L_6 аналогичным образом подбирается положение отводов.

При налаживании модулятора подбираются величины сопротивлений R_8 и R_5. Изменением величины сопротивления R_8 следует добиться, чтобы длительность импульса была равна длительности паузы. При таком соотношении частотный спектр колебаний будет наименьшим. Подбором сопротивления R_5 следует добиться необходимой глубины модуляции.

В описанной выше схеме, несмотря на применение высокочастотного транзистора T_1, паразитная частотная модуляция будет довольно большой, особенно для коротковолновых диапазонов. Однако вследствие применения модуляции прямоугольными колебаниями действие этой частотной модуляции будет проявляться несколько своеобразно. Поскольку крутизна нарастания и спада импульсов модулирующего напряжения велика, то при изменении полуволны модулирующей частоты частота сигнал-генератора будет почти мгновенно меняться от одного значения до другого. Разница между этими частотами зависит от глубины модуляции. Таким образом, будут существовать как бы две несущие, между которыми разница по частоте будет для коротковолнового диапазона гораздо больше полосы пропускания приемника. Это в ряде случаев позволяет произвести довольно точную настройку контуров. Однако следует учесть, что сам по себе спектр прямоугольного модулирующего напряжения довольно широкий, поэтому для более точной настройки проверяемой аппаратуры ее необходимо производить не на слух, а пользуясь индикатором выхода.

На рис. 4 изображена схема сигнал-генератора, в котором частотная модуляция в диапазоне длинных и средних волн исключена полностью и проявляется только в виде фазовой модуляции.

Диапазон частот сигнал-генератора 160 *кгц*—15 *Мгц* и разбит на девять поддиапазонов: 160—280 *кгц*, 260—465 *кгц*, 440—820 *кгц*, 780—1270 *кгц*, 1,25—2,1 *Мгц*, 2,1—3,6 *Мгц*, 3,55—5,8 *Мгц*, 5,8—9,6 *Мгц*, 9,5—15 *Мгц*. Коэффициент гармоник на всех диапазонах не превы-

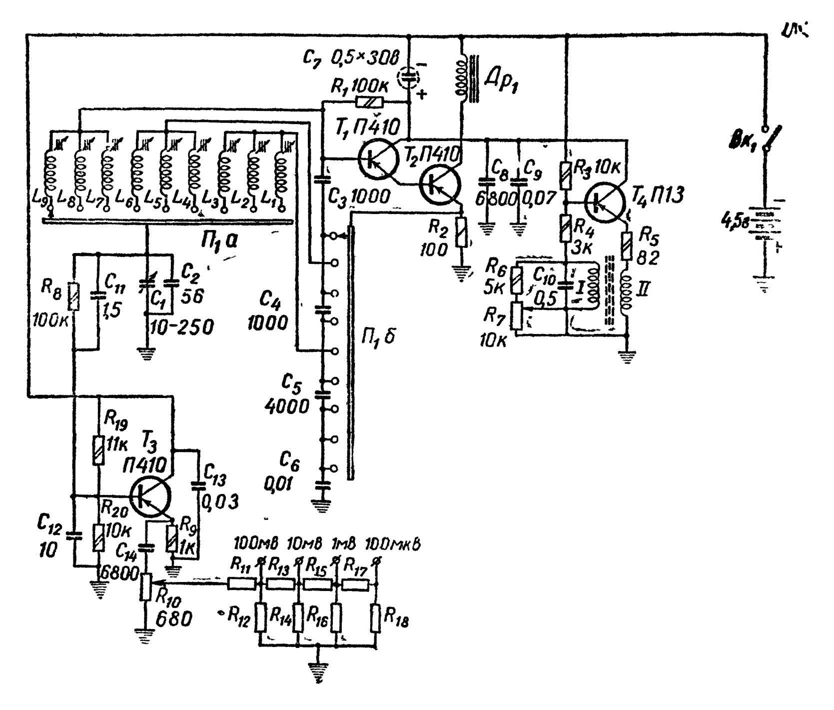


Рис. 4.

шает 10%. Паразитная частотная модуляция на первых трех диапазонах практически отсутствует. Максимальная полоса девиации на четвертом диапазоне около 800 *гц*, на шестом — 15 *кгц*. На седьмом, восьмом и девятом диапазонах наблюдается самая большая полоса частотной модуляции. Так, на частоте 7 *Мгц* полоса девиации составляет около 200 *кгц*, т. е. значительно больше, чем в схеме рис. 2.

Питается сигнал-генератор от батареи КБС-Л-0,5; потребляемый ток 25 *ма*.

Сигнал-генератор состоит из задающего генератора (транзисторы T_1 и T_2), эмиттерного повторителя (T_3) и модуляторного каскада (T_4).

Задающий генератор выполнен по схеме с заземленным коллектором на сдвоенных транзисторах. В цепи эмиттера включена меньшая часть контура (конденса-

тор C_6), в цепи базы — несколько большая часть, образованная конденсаторами C_3 и C_6.

Резонансное сопротивление контура в диапазоне длинных и средних волн довольно велико и составляет 100—1 000 *ком*. Выходное же сопротивление эмиттерного повторителя (транзисторы T_1 и T_2 включены по схеме эмиттерного повторителя) составляет всего несколько десятков ом. Для того чтобы генератор, собранный по схеме эмиттерного повторителя, устойчиво возбудился, необходимо, чтобы в цепи базы была включена хотя бы вдвое большая часть контура, чем в цепи эмиттера. Обычно резонансное сопротивление части контура, включенной в цепи базы, для устойчивой генерации должно составлять несколько сот ом. Таким образом, в диапазоне длинных и средних волн появляется возможность подключить к генератору лишь незначительную часть контура. Это значительно повышает стабильность частоты и уменьшает паразитную частотную модуляцию.

Подключить часть контура можно при помощи катушек связи, отводов от контурных катушек или применением емкостного делителя. Наиболее эффективно применение отводов от контурных катушек, однако при этом усложняются коммутация и налаживание прибора. В данной схеме для упрощения коммутации и налаживания прибора применен емкостный делитель, образованный конденсаторами C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 и C_6.

Очевидно, что схема рис. 4 не обладает какими-либо преимуществами для коротковолнового диапазона по сравнению со схемой генератора на транзисторе с общей базой.

Коммутация диапазонов осуществляется следующим образом: на первых трех диапазонах (частоты 160—820 *кгц*) изменение диапазонов производится только переключением контурных катушек L_1, L_2 и L_3. Емкостный делитель образован конденсаторами C_1, C_2, C_5 и C_6. На конденсатор C_6 подается напряжение с эмиттерной нагрузки транзистора T_2. С конденсатора C_5 через конденсаторы C_3, C_4 напряжение с колебательного контура подается на базу транзистора T_1. На следующих трех диапазонах (780—3 600 *кгц*) связь контуров с генератором значительно увеличивается. В этом случае в цепи эмиттера включена емкость, состоящая из последова-

тельно соединенных конденсаторов C_5 и C_6, а в цепи базы — конденсатор C_4. На диапазонах 3,55—15 *Мгц* (катушки L_7, L_8 и L_9) в цепи эмиттера оказывается включенной емкость, состоящая из последовательно соединенных конденсаторов C_4, C_5 и C_6, в цепи базы — конденсатор C_3.

Такая система коммутации позволила обойтись всего двумя платами переключателя.

Недостатком схемы с емкостным делителем является большая зависимость выходного напряжения от изменения емкости конденсатора C_1. Правда, этот отрицательный эффект несколько сглаживается за счет шунтирующего действия сопротивления R_2, но несмотря на это, выходное напряжение по диапазону меняется более чем в три раза.

Согласование низкоомного делителя с выходом генератора представляет значительные трудности. В описанной выше схеме напряжение высокой частоты можно подавать непосредственно на аттенюатор с сопротивления R_2 или с части катушек L_1—L_9 при помощи отводов. Однако напряжение на сопротивлении R_2 сильно отличается от синусоидального, а использование отводов от контурных катушек усложняет коммутацию и налаживание схемы. Поэтому удобнее снимать напряжение непосредственно с контурных катушек, тем более, что напряжение на последних чисто синусоидальное и амплитуда достигает 10—15 *в*. Для согласования низкоомного аттенюатора с высоким резонансным сопротивлением контуров используется эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе T_3. Напряжение на базу эмиттерного повторителя подается через широкодиапазонный делитель напряжения (R_8, R_{20}, R_{19}, C_{11}, C_{12}). На низших частотах работает в основном делитель на активных сопротивлениях. С повышением частоты начинает сказываться и влияние емкостного делителя ($C_{11}C_{12}C_{вх}$). На самых высоких частотах в основном работает емкостный делитель.

Напряжение, снимаемое с нагрузки эмиттерного повторителя, достигает 1 *в*.

С сопротивления R_9 через разделительный конденсатор C_{14} напряжение высокой частоты поступает на вход потенциометра R_{14} — плавного регулятора выходного напряжения. С движка потенциометра R_{14} сигнал

поступает на четырехступенчатый аттенюатор. Выходное сопротивление аттенюатора на всех пределах приблизительно одинаково. Сопротивление R_{11} служит для подгонки величины напряжения, подаваемого на первый каскад аттенюатора.

Модуляция генератора ВЧ осуществляется изменением напряжения питания цепей транзисторов T_1 и T_2. Для того чтобы получить модуляцию достаточно высокого качества, в цепи коллекторов высокочастотных транзисторов включен контур $Др_1C_7$, настроенный на частоту модуляции (400 *гц*). Модулятор собран на транзисторе T_4 по схеме с общим коллектором и представляет собой генератор синусоидальных колебаний. В цепи базы T_4 включен колебательный контур, образованный индуктивностью обмотки *I* трансформатора $Тр_1$ и конденсатором C_{10}. Контур настроен на частоту 400 *гц*. Напряжение с контура на базу подается через согласующее сопротивление R_4, которое необходимо для уменьшения нелинейных искажений. Обратная связь осуществляется по цепи эмиттера при помощи обмотки *II* трансформатора $Тр_1$. Сопротивлением R_5 задается дополнительная отрицательная обратная связь, устраняющая искажения формы тока в цепи коллектора транзистора T_4.

Регулировка глубины модуляции осуществляется изменением добротности колебательного контура генератора НЧ при помощи сопротивления R_7. Наибольшая глубина модуляции составляет около 50%, практически наименее возможная — около 10%.

Следует учесть, что при переключении диапазонов глубина модуляции меняется из-за изменения тока коллектора транзистора T_2.

Трансформатор $Тр_1$ намотан на куске ферритовой антенны с $\mu = 1000$ длиной 80 *мм*. Непосредственно на феррит (без всяких прокладок) наматывается обмотка *I*, которая имеет 2 000 витков провода ПЭЛ 0,1. Намотка производится внавал по всей длине ферритового стержня. Обмотка *II* состоит из 400 витков того же провода; ее наматывают сверху обмотки *I*.

Дроссель $Др_1$ наматывают аналогичным образом. Он содержит 2 000 витков провода ПЭЛ 0,1.

Контурные катушки L_1—L_9 намотаны на отрезках каркасов от фильтров ПЧ телевизора «Рубин» длиной

20 *мм*. Внутрь каркаса для подстройки частоты ввинчивается магнетитовый сердечник. Катушки L_1—L_7 наматывают между щечками, катушки L_8 и L_9 — рядовой намоткой. Моточные данные катушек приведены в табл. 1.



Рис. 5.

Переключатель $П_{1а}$, $П_{1б}$ состоит из двух стандартных гетинаксовых плит на 11 положений.

Сопротивления аттенюаторов R_{12}—R_{18} проволочные, намотаны безындукционной намоткой.

Налаживание генератора заключается в подборе величин сопротивления R_1, R_3, R_4, и конденсатора C_7 для получения модуляции с минимальными искажениями и устойчивой генерации высокочастотного генератора.

Таблица 1

Катушка	Число витков	Провод
L_1	550	ПЭЛ 0,1
L_2	320	ПЭЛ 0,1
L_3	170	ПЭЛШО 0,1
L_4	125	ЛЭШО 10×0,07
L_5	80	ЛЭШО 10×0,07
L_6	50	ЛЭШО 10×0,07
L_7	26	ЛЭШО 10×0,07
L_8	15	ЛЭШО 10×0,07
L_9	13	ПЭЛ 0,5

Если добротность катушки L_1 окажется недостаточной и генерация на части этого диапазона будет срываться, необходимо уменьшить емкость конденсатора C_6 или применить на этом диапазоне индуктивную обратную связь.

В качестве одного из возможных вариантов конструктивного оформления на рис. 5 приведен внешний вид сигнал-генератора, изготовленного по схеме рис. 4.

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ РАДИОУСТАНОВКОЙ

В. Демин

В статье приводится описание блока управления комбинированной радиоустановкой, состоящей из радиоприемника, телевизора, магнитофона и проигрывателя.

Одновременно блок управления подключает звуковые катушки подмагничивания блока громкоговорителей к соответствующим выходным трансформаторам и источникам питания.

С помощью блока управления можно нажатием только одной кнопки («Общ. вкл.») подключить радиоустройство в сеть. Без нажатия этой кнопки включить любой из агрегатов радиоустройства в сеть невозможно.

После подключения к сети можно уже нажатием соответствующей кнопки включить в сеть любой из агрегатов радиоустройства. При этом подключение в сеть приемника, телевизора и проигрывателя производится последовательно, т. е. с включением последующего агрегата ранее включенный автоматически отключается от сети. Магнитофон может подключаться параллельно любому из агрегатов (приемнику, телевизору и проигрывателю).

Для удобства пользования проигрывателем и магнитофоном включение их моторов производится отдельно нажатием соответствующих кнопок, при этом без включения усилителей проигрывателя и магнитофона включение моторов невозможно.

Каждое включение и переключение фиксируется загоранием соответствующих индикаторных лампочек, расположенных на лицевой стороне радиоустройства.

Выключить радиоустройство из сети можно нажатием любой из четырех кнопок выключения.

СХЕМА БЛОКА

В блоке используются электромагнитные реле постоянного тока, с помощью которых производится управление различными агрегатами радиоустройства (рис. 1).

При нажатии кнопки «Общ. вкл.» трансформатор $Тр_1$, питающий блок кнопочного управления, подключается к сети. При этом срабатывает реле $Р_2$, которое включается через нормально замкнутый контакт $КР_1$ реле $Р_1$, и подключает своими контактами $К_1Р_2$ первичную обмотку $Тр_1$ к сети; одновременно на лицевой панели радиоустройства загорается лампочка $Л_5$ (контакты $К_2Р_2$), сигнализирующая о том, что радиоустройство находится под напряжением. После этого можно включить любой из агрегатов.

Нажатием кнопки «Вкл. Пр.» включается приемник, при этом срабатывают реле $Р_{12}$ и $Р_{11}$, а также загорится лампочка $Л_1$, сигнализирующая о подключении приемника под напряжение.

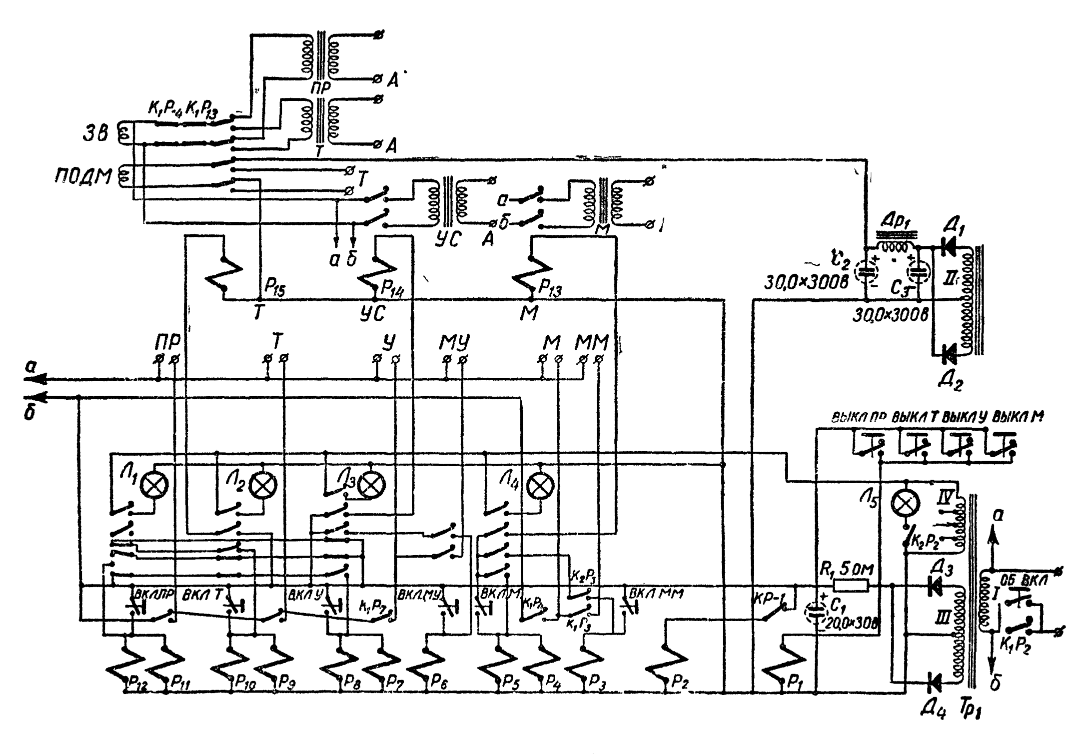
Нажатием кнопки «Вкл. Т» включается телевизор, при этом срабатывают реле $Р_{10}$, $Р_9$ и $Р_{15}$.

Нажатием кнопки «Вкл. У» включается проигрыватель, при этом срабатывают реле $Р_8$, $Р_7$ и $Р_{14}$.

Последовательное включение приемника, телевизора и проигрывателя осуществляется следующим образом: при нажатии кнопок «Вкл. П.», «Вкл. Т», «Вкл. У» блокировка соответствующих реле осуществляется через свой нормально разомкнутый контакт и два нормально замкнутых контакта реле других агрегатов.

Кроме этого, цепь переменного тока включается через последовательное соединение нормально замкнутых контактов реле $Р_{11}$, $Р_9$ и $Р_7$, поэтому параллельное включение приемника, телевизора и усилителя невозможно.

При нажатии кнопки «Вкл. МУ» срабатывает реле $Р_6$ и включается мотор проигрывателя, причем мотор можно включить только после включения усилителя проиг-



ЗВ
ПОДМ
ПР
Т
А
УС
М
а
б
Р15
Р14
Р13
Др1
Д1
Д2
С2
30,0×300в
С3
30,0×300в
ПР
Т
У
МУ
М
ММ
ВЫКЛ ПР
ВЫКЛ Т
ВЫКЛ У
ВЫКЛ М
Л1
Л2
Л3
Л4
Л5
ВКЛ ПР
ВКЛ Т
ВКЛ У
ВКЛ МУ
ВКЛ М
ВКЛ ММ
КР-1
R1 5 ОМ
С1
20,0×30в
Д3
Д4
Тр1
ОБ ВКЛ
К1Р2
К2Р2
К2Р3
К1Р3
Р1
Р2
Р3
Р4
Р5
Р6
Р7
Р8
Р9
Р10
Р11
Р12

Рис. 1.

рывателя (блокировка осуществляется через нормально разомкнутые контакты реле P_8 и P_6).

Включение магнитофона осуществляется нажатием кнопки «Вкл. М», при этом срабатывают реле P_5, P_4 и P_{13}. Включение мотора магнитофона производится нажатием кнопки «Вкл. ММ», при котором срабатывает реле P_3. Включение мотора невозможно без включения усилителей магнитофона (блокировка осуществляется через нормально разомкнутые контакты реле P_5 и P_3).

Переключение питания катушек подмагничивания блока громкоговорителей и их звуковых катушек осуществляется: с помощью реле P_{10}, P_9 и P_{15} — при включении телевизора (при этом катушка подмагничивания получает питание от телевизора, а звуковые катушки подключаются к выходному трансформатору телевизора); с помощью реле P_8, P_7 и P_{14} — при включении проигрывателя (причем питание катушки подмагничивания осуществляется от отдельного выпрямителя, а звуковые катушки подключаются к выходному трансформатору проигрывателя), с помощью реле P_5, P_4 и P_{13} — при включении магнитофона; с помощью реле P_{12}, P_{11} и P_{15} — при включении приемника.

При включении приемника и магнитофона катушки подмагничивания питаются от отдельного выпрямителя.

В случае применения в радиоустройстве громкоговорителей с постоянными магнитами надобность в отдельном выпрямителе отпадает и схема несколько упрощается.

Выключение установки производится нажатием одной из кнопок «Выкл. Пр», «Выкл. Т», «Выкл. У», «Выкл. М», при этом срабатывает реле P_1 и разрывает контакт KP_1, питающий реле P_2, а оно, в свою очередь, разрывает цепь питания (контакт K_1P_2) трансформатора Tp_1 и установка отключается от сети.

КОНСТРУКЦИЯ

Конструктивно блок кнопочного управления выполнен в виде отдельного устройства (рис. 2), легко отключаемого от всей установки (соединение блока с установкой производится с помощью разъемов).

Все детали блока размещены на Т-образном шасси. На продолговатой его части размещены реле и панели

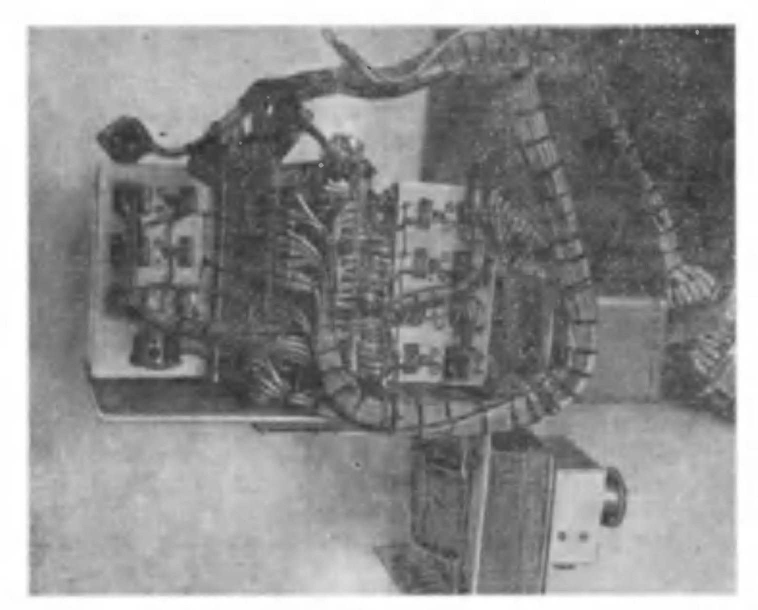


Рис. 2.

с смонтированными на них выпрямителями, конденсаторами C_1, C_2, C_3 и сопротивлением R_1, а на торцовых частях — трансформатор $Тр_1$ с переключателем сети и дроссель $Др_1$ выпрямителя для питания катушек подмагничивания блока громкоговорителей.

Выпрямители выполнены по двухполупериодной схеме на германиевых диодах:

а) выпрямитель питания обмотки подмагничивания — на диодах $Д_1$, $Д_2$ типа ДГ-Ц27, по пяти штук в плече, каждый из которых зашунтирован сопротивлением 180 *ком*;

б) выпрямитель питания обмоток реле на диодах $Д_3$, $Д_4$ типа ДГ-Ц23, по два диода параллельно в каждом плече.

В качестве реле P_1 использовано РСМ-2, реле P_2, P_3, P_4, P_6, P_7, P_9, P_{11} — типа РП-2; реле P_5, P_8, P_{10}, P_{12}, P_{13}, P_{14} и P_{15} — типа РС-13.

Реле выбраны с большим запасом по току, в результате чего подгораний контактов реле при включениях и переключениях не наблюдается.

В качестве индикаторных ламп $Л_1$—$Л_5$ могут быть использованы лампочки с напряжением 1,5; 4,0; 6,3; 12,5 и 26 *в*.

В блоке управления могут быть использованы нажимные кнопки любого типа с нормально разомкнутым контактом.

Дроссель $Др_1$ собирается на сердечнике из пластин Ш-17, толщина набора 34 *мм*; обмотка дросселя содержит 1 700 витков провода ПЭ 0,25.

Трансформатор $Тр_1$ собирается на сердечнике из пластин Ш-34, толщина набора 40 *мм*. Обмотка *I* имеет две секции (на рис. 1 указана одна секция), так что трансформатор может включаться в сеть с напряжением 110, 127 и 220 *в*. Обмотка 1*а* состоит из 341+53 витков провода ПЭ 0,38; обмотка *Iб* — из 53+341 витков того же провода; обмотка *II* содержит 800+800 витков провода ПЭ 0,25, обмотка *III* — 87+87 витков провода ПЭ 0,7, обмотка *IV* — 81 виток провода ПЭ 0,5 с отводами от 5, 13, 21 и 40-го витка.

Выходные трансформаторы приемника, телевизора, магнитофона и проигрывателя подбираются в зависимости от типа оконечных ламп и сопротивления звуковой катушки громкоговорителя.

Кнопки управления размещены в различных частях ящика радиоустройства, но в случае необходимости они могут быть сдублированы и вынесены на отдельную панель, с которой и будет осуществляться дистанционное включение и выключение.

Описываемый блок эксплуатируется автором в течение трех лет. Все это время он работал надежно и в нем не было ни одного повреждения.

Примененные в схеме диоды типа ДГ-Ц27 могут быть заменены: а) в выпрямителе питания обмоток реле — диодами Д-205 или Д-229Б по одному в каждом плече. Такая замена потребует небольшой конструктивной доработки; б) в выпрямителе питания обмоток подмагничивания — диодами Д7Ж или Д-205; в последнем случае достаточно будет поставить по три диода в каждое плечо и потребуется небольшая конструктивная доработка.

КВАРЦЕВЫЙ КАЛИБРАТОР И МОСТИК-СМЕСИТЕЛЬ

(Разработка Центрального радиоклуба)

М. Балашов

Необходимым прибором в лаборатории радиолюбителя является кварцевый калибратор, позволяющий производить проверку градуировки различных приемников, передатчиков, сигнал-генераторов и т. д.

Состоит кварцевый калибратор из генератора, стабилизированного кварцем на одну или несколько частот, детектора, фильтра напряжения ВЧ и усилителя НЧ.

Проверка градуировки различных устройств при помощи кварцевого калибратора производится методом сравнения частоты исследуемого сигнала с частотой гармоники генератора на кварце.

Для градуировки различных генераторов по методу сравнения с эталонным генератором очень удобен мостик-смеситель, состоящий из детектора, на который подаются напряжения от эталонного генератора и исследуемого прибора, фильтра ВЧ и чувствительного усилителя НЧ. Сравнение частот в мостике-смесителе производится по нулевым биениям.

Поскольку в мостике-смесителе можно использовать ряд каскадов кварцевого калибратора, очень удобно оба прибора объединить в одну конструкцию. При этом мостик-смеситель будет являться частью кварцевого калибратора.

Приборы, выполненные на лампах, громоздки и неудобны в обращении, а также неэкономичны.

Использование в описываемой конструкции транзи-

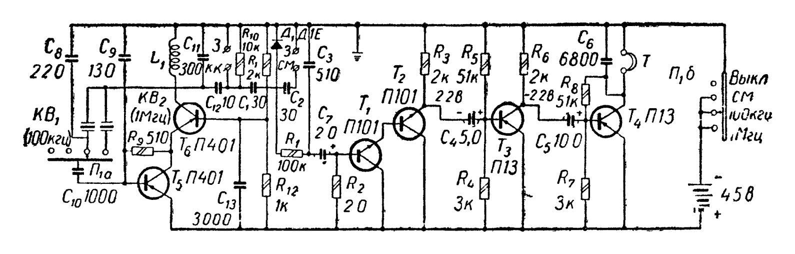


Рис. 1.

сторов позволило сконструировать экономичный, малогабаритный и удобный в обращении прибор.

Источник питания помещается внутри прибора, поэтому последний очень удобен в полевых условиях.

На рис. 1 изображена схема кварцевого калибратора с двумя основными частотами — 100 *кгц* и 1 *Мгц*. В ней предусмотрена возможность использования прибора также в качестве мостика-смесителя в диапазоне до 150 *Мгц* с достаточно высокой чувствительностью и сравнительно большим входным сопротивлением.

На основной частоте кварца 100 *кгц* калибратор позволяет производить градуировку генераторов на частотах до трех мегагерц при напряжении, подаваемом на калибратор от исследуемого генератора, около 100 *мв*. На частоте один мегагерц можно получить калибровочные точки на частотах до 30 *Мгц* при том же напряжении, подаваемом от исследуемого генератора.

Таким образом удается использовать до тридцатой гармоники кварца.

Чувствительность мостика-смесителя около 5 *мв* при напряжении, подаваемом от эталонного генератора, около 100 *мв*.

Калибратор состоит из кварцевого генератора, выполненного на высокочастотных транзисторах T_5 и T_6, детектора на полупроводниковом диоде $Д_1$, фильтрующей ячейки R_1, C_3 и усилителя НЧ.

Генератор собран по каскодной схеме с последовательным питанием. В этой схеме транзистор T_5 включен с общим эмиттером, а транзистор T_6 — с общим основанием. Нагрузкой в цепи коллектора транзистора T_5 служит входное сопротивление эмиттер — основание транзистора T_6.

Достоинством каскодной схемы является то, что в ней объединены преимущества каскада с общим эмиттером (высокое входное сопротивление) и с общим основанием (большое выходное сопротивление, сравнительно малая выходная емкость).

В цепи коллектора транзистора T_6 включен резонансный контур L_1C_{11}, настроенный на частоту 100 *кгц*.

В кварце с собственной частотой 1 *Мгц* используются колебания по толщине кристалла, в кварце с частотой 100 *кгц* — по длине.

Для того чтобы возбудить кристалл, в котором колебания происходят по длине пластины, необходимо получить достаточно высокое сопротивление нагрузки в цепи коллектора транзистора T_6 и тщательную фазировку напряжения на входе транзистора T_5.

Генератор с кварцем, в котором колебания происходят по толщине пластины, не критичен к параметрам генератора и довольно легко возбуждается даже при малом сопротивлении нагрузки. Поэтому для упрощения коммутации в качестве нагрузки каскада используется тот же контур L_1C_{11}, настроенный на 100 *кгц*.

Для того чтобы получить большое сопротивление нагрузки, индуктивность катушки L_1, выбрана довольно большой (10 *мгн*).

Включение кварцев производится переключателем $П_{1а}$, спаренным с выключателем питания.

При включении кварца на частоту 1 *Мгц* с коллектора транзистора T_6 в противофазе подается напряжение на основание транзистора T_5, который также осуществляет переворот фазы напряжения на 180°, поэтому обеспечиваются условия для возбуждения кварца. Переворот фазы напряжения, снимаемого с коллектора транзистора T_6, осуществляется конденсаторами C_9, C_{11}, которые образуют емкостный делитель с заземленной общей точкой.

За счет малой емкости конденсатора C_9 на основание транзистора T_5 подается значительная часть напряжения, снимаемого с контура L_1C_{11}, что необходимо из-за малого сопротивления этого контура на рабочей частоте кварца (на частоте 1 *Мгц*).

Фазировка каскада при помощи емкости C_9 подобрана таким образом, чтобы колебания могли возникнуть только по толщине кристалла. Работа генератора в та-

ком режиме оказывается довольно устойчивой, так как частоты колебаний кварца по толщине и длине кристалла отличаются в несколько раз.

При включении кварца с собственной частотой 100 *кгц* дополнительно к конденсатору C_9 подключается конденсатор C_8, что обеспечивает возникновение устойчивых колебаний по длине кристалла и срывает колебания по его толщине.

Если использовать кварц с собственной частотой колебаний по толщине пластины 1 *Мгц*, а по длине 100 *кгц*, для переключения частот генерации достаточно переключать конденсатор C_8.

Конденсатор C_{10} разделительный, служит для защиты транзистора T_5 при случайном замыкании контактов переключателей $П_{1а}$ и $П_{1б}$.

Для того чтобы несколько выравнить амплитуды гармоник кварца при основной частоте 100 *кгц*, применена цепочка $C_{12}R_{10}$. Конденсатор C_{12} представляет большое сопротивление для низших гармоник и малое — для высших. В то же время амплитуды низких гармоник значительно превышают амплитуды высших, поэтому на сопротивлении R_{10} происходит выравнивание напряжения гармоник.

При включении кварца с собственной частотой 1 *Мгц* цепочка $C_{12}R_{10}$ почти не дает эффекта, так как реактивное сопротивление конденсатора C_{12} будет незначительным (по сравнению с сопротивлением R_{10}) для всех гармоник. Однако практически амплитуда колебаний генератора на частоте 1 *Мгц* гораздо выше и форма колебаний более искажена, чем на частоте 100 *кгц*, поэтому содержание гармоник и в этом случае будет вполне достаточным.

С сопротивления R_{10} напряжение от генератора через разделительный конденсатор C_1 подается на параллельный детектор. Одновременно на детектор с гнезд *СМ-3* подается напряжение исследуемой частоты. Благодаря воздействию на детектор большого напряжения, подаваемого с кварцованного генератора, происходит детектирование даже малого (около 1—2 *мв*) сигнала исследуемой частоты. При детектировании обоих сигналов образуется разностная частота между гармониками кварца и исследуемым сигналом. Напряжение разностной частоты через фильтр высших частот R_1C_3 подается

на вход усилителя НЧ. Определение частот производится по нулевым биениям, которые получаются при совпадении частот одной из гармоник кварца с исследуемым сигналом.

Усилитель НЧ четырехкаскадный. Первые два каскада для повышения входного сопротивления усилителя выполнены по схеме двойного эмиттерного повторителя на кремниевых транзисторах T_1 и T_2. Сопротивление R_3 является нагрузкой в цепи эмиттера транзистора T_2. Сопротивлением R_2 производится выбор рабочей точки обоих транзисторов.

Третий каскад усиления выполнен на транзисторе T_3 по схеме с общим эмиттером. Для повышения температурной стабильности каскада смещение на основание транзистора подается при помощи делителя R_4R_5.

Выходной каскад на транзисторе T_4 для уменьшения нелинейных искажений и повышения температурной стабильности каскада выполнен по схеме с автоматическим смещением, которое обеспечивается сопротивлениями R_7 и R_8. Конденсаторы C_4, C_5 и C_7 разделительные. Нагрузкой выходного каскада служит один головной телефон «Тон 1» с сопротивлением катушек 2 200 *ом*.

Чувствительность усилителя 5 *мв* при входном сопротивлении около 200 *ком*.

При работе прибора в качестве мостика-смесителя переключателем $П_{1а}$ отключаются кварцы, при этом колебания генератора срываются. На гнезда *КК-3* подается напряжение от эталонного генератора; напряжение от исследуемого генератора подается на гнезда *СМ-3*. Сравнение частот при этом также производится по методу нулевых биений. Схема прибора при работе его в качестве мостика-смесителя изображена на рис. 2.

Кроме описанных выше случаев, прибор может найти самое разнообразное применение. Например, усилитель НЧ с детектором может использоваться для нахождения неисправности в приемнике. Для этого гнезда *Вход 2* (см. рис. 2) по очереди подключаются к различным каскадам приемника и проверяется прохождение сигнала по различным цепям последнего.

При помощи данного прибора можно также контролировать качество модуляции передатчика (для этого достаточно к гнездам *Вход 2* подключить антенну), ориентировочно определить содержание гармоник и т. д.

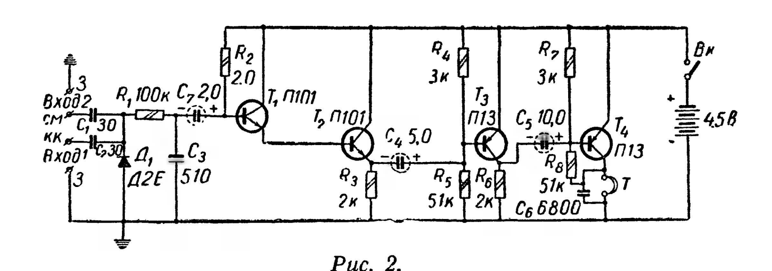


Рис. 2.

ДЕТАЛИ

В приборе применены малогабаритные детали: сопротивления типа УЛМ, электролитические конденсаторы C_4, C_5, C_7 типа ЭМ, конденсаторы C_1, C_2, C_3, C_8, C_9, C_{11}, C_{12} типа КТК и КДС, конденсаторы C_{10}, C_6, C_{13} типа КДС.

Катушка L_1 намотана на куске ферритовой антенны длиной 20 *мм* и имеет 700 витков провода ПЭЛ 0,07. Ее можно заменить одной катушкой (без сердечника) от высокоомного телефона (4 000 витков ПЭЛ 0,05).

В качестве переключателя $П_{1а}$ и $П_{1б}$ используется стандартная плата на пять положений с незначительными переделками. Длинные выводы контактов для уменьшения габаритов обрезаются. Плата крепится на передней панели прибора при помощи двух болтов с гайками и двух втулок. Ось переключателя применена стандартная. Фиксатор изготовлен следующим образом: внутри ручки, надеваемой на ось переключателя, закрепляется фиксирующая пружина из стальной проволоки диаметром 0,5 *мм*. Один конец пружины закрепляется в ручке, другой конец изгибается таким образом, чтобы он с некоторым давлением упирался в переднюю панель. В последней высверливаются углубления для фиксации положений переключателя.

КОНСТРУКЦИЯ

Кварцевый калибратор вместе с источником питания (КБСЛ 0,5) размещается в алюминиевом футляре. Футляр по толщине разделен на две половины: в одной части размещается батарея (рис. 3), в другой — все остальные детали.




Рис. 3.


Рис. 4.

Гнездо для батареи изготовлено из органического стекла толщиной 4 *мм* и крепится в футляре при помощи четырех винтов с потайной головкой. Одновременно с обратной стороны это гнездо используется в качестве платы для размещения всех остальных деталей.

Оба кварца для уменьшения габаритов размещены в общей влагопыленепроницаемой коробке.

Внешний вид калибратора со стороны передней панели показан на рис. 4.

НАЛАЖИВАНИЕ

Налаживание кварцевого калибратора необходимо начинать с усилителя НЧ. Процесс налаживания последнего при помощи осциллографа и звукового генератора неоднократно был описан в радиотехнической литературе. Однако усилитель НЧ можно наладить и при отсутствии указанной выше аппаратуры, пользуясь высокоомным вольтметром (например, Ц-20, АВО-5, ТТ-3 и др.).

Налаживание первых трех каскадов (транзисторы T_1, T_2 и T_3) производится подбором величин сопротивлений смещения R_2 и R_5. При правильно подобранном смещении напряжения на сопротивлениях нагрузки R_3 и R_6 должны быть приблизительно в два раза ниже напряжения источника питания. В этом случае рабочая точка будет находиться приблизительно в середине линейной части характеристики транзистора.

Этот метод, разумеется, приемлем только в том случае, когда в качестве нагрузки используется активное сопротивление, поэтому выходной каскад (транзистор T_4) таким образом налаживать нельзя.

Последний можно наладить, превратив мостик-смеситель в радиоприемник. Для этого необходимо отпаять конденсатор C_1 и к гнездам *СМ-3* присоединить контур, настроенный на одну из радиостанций местного вещания. Антенна присоединяется к гнезду *СМ* через конденсатор емкостью 10—20 *пф*.

Налаживание выходного каскада в этом случае производится подбором сопротивления R_8 до получения минимальных нелинейных искажений и наибольшей громкости звучания радиопередачи.

Для налаживания кварцованного генератора необходимо иметь осциллограф и генератор стандартных сигналов. Можно также воспользоваться широкодиапазонным радиоприемником, приспособленным для приема телеграфной работы.

В первую очередь производится подбор параметров схемы при включенном кварце с собственной частотой 100 *кгц*. Вместо конденсатора C_{11} временно необходимо подключить конденсатор переменной емкости. Меняя емкость этого конденсатора, следует добиться возникновения генерации, после чего наличие последней можно определить, подключив к гнездам *СМ-3* генератор стандартных сигналов или подключив антенну радиоприемника к гнезду *КК*. При этом в телефонах мостика-смесителя (в первом случае) или радиоприемника (во втором случае) должны прослушиваться калибровочные точки через каждые 100 *кгц*. Если наряду с колебаниями по длине возникнут колебания и по толщине кристалла (появление на высших частотах дополнительных более сильных калибровочных точек), необходимо увеличить емкость конденсатора C_8.

Налаживание генератора на частоте кварца 1 *Мгц* производится подбором емкости C_9 аналогичным образом. Если в этом случае возникнут колебания по длине кристалла и сорвать их уменьшением емкости конденсатора C_9 не удастся, необходимо последовательно с кварцем включить конденсатор малой емкости, величину которого следует подобрать опытным путем.

СОДЕРЖАНИЕ

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Выпуск 16

Редактор *А. А. Васильев*

Художественный редактор *Г. Л. Ушаков*

Технический редактор *Р. Б. Зильбер*

Корректор *К. А. Мешкова*

Г92178. Подписано к печати 4/IV-63 г. Изд. № 1/2468.
Бумага 84×108[1]/32, 2 физ. п. л., 3,28 усл. п. л., Уч.-изд. л. 3,03.
Цена 11 коп. Тираж 150000 экз.
Издательство ДОСААФ, Москва, Б-66, Ново-Рязанская ул., 26

4-я военная типография. Зак. 2390.

Цена 11 коп.



ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ